



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL
ENRIQUE ÁLVAREZ CÓRDOVA**

GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

**MEMORIA DE INFORMES DE RESULTADOS DE
ENSAYOS Y VALIDACIONES DE
INVESTIGACIÓN.**

AÑO 2017



TABLA DE CONTENIDOS

2018.....	7
2. OBJETIVO DE LA GERENCIA DE INVESTIGACIÓN	8
En base a la Misión y Visión Institucional, tiene como objetivo la Generación de Tecnología Agropecuaria y Forestal de manera sostenible en los aspectos económicos, ambientales y sociales; para ser transferida a productores y productoras y de esta manera, contribuir a la reconversión agro empresarial que conduzca a un sector más rentable, competitivo y sostenible.....	8
3. FUNCIONES DE LA GERENCIA DE INVESTIGACIÓN	8
Algunas funciones son:	8
▪ Implementar las políticas, estrategias, planes y metodologías de investigación agropecuaria y forestal.....	8
▪ Elaborar, proponer y ejecutar proyectos viables de investigación que respondan a las demandas y necesidades prioritarias de los productores (as).....	8
▪ Divulgar las tecnologías generadas para que constituyan verdaderas soluciones a la problemática del sector agropecuario.....	8
4. CONTENIDO TEMÁTICO DE LA MEMORIA DE RESULTADOS.....	8
A continuación se detalla la disciplina temática de los ensayos y validaciones realizadas por los programas y unidades de la Gerencia de Investigación en el año 2017, contenidas en el documento.9	9
*: Uno de estos es validación. **: Dos validaciones	9
Se resumen en el siguiente cuadro las tecnologías validadas y liberadas en 2017, puestas a disposición de productores y productoras. Así también, se detalla la ficha técnica de cada una de ellas.	11
Cada una de las Tecnologías liberadas cuenta con su ficha técnica respectiva. En ella se resumen diversos aspectos para información y confiabilidad, tanto para técnicos como para productores; con la confianza que éstas sean de utilidad para estos últimos para mejorar la competitividad de sus sistemas de producción.....	11
A continuación se detallan las fichas técnicas de las tecnologías liberadas por la Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el año 2017.	11
.....	12
GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO.....	12
PROGRAMA GRANOS BÁSICOS	12
.....	15
GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO.....	15
PROGRAMA GRANOS BÁSICOS	15

GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO.....	18
PROGRAMA HORTALIZAS	18
GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO.....	29
PROGRAMA DE AGROINDUSTRIA	29
FICHA TÉCNICA	29
.....	141
.....	193
DENSIDADES DE SIEMBRA DE VITRO-PLANTAS DE PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i>) PARA LA PRODUCCIÓN DE MINI-TUBÉRCULOS SEMILLA.	193
EVALUACIÓN DE GENOTIPOS AVANZADOS DE PAPA PARA TOLERANCIA A TIZÓN TARDÍO.....	200
CONTROL DE TRIPS EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE (<i>CAPSICUM ANNUUM</i>)... 224	224
VALIDACIÓN DE NEMATICIDA EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE (<i>CAPSICUM ANNUUM</i> L) BAJO CONDICIONES DE ÁREA PROTEGIDA.....	232
RESUMEN.....	232
USO DE BIOESTIMULANTES COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL CULTIVO DE TOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i>).....	241
VALIDACIÓN DEL EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN MINERAL Y BIOFERTILIZANTES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i>).....	260
SELECCIÓN DE LINEAS SEGREGANTES DE TOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i>, MILL) A PARTIR DE MATERIALES GENÉTICOS DE POLINIZACIÓN LIBRE.....	268
INTRODUCCION.....	332
MATERIALES Y METODOS.....	332
RESULTADOS Y DISCUSION.....	334
CONCLUSIONES.....	338
RECOMENDACION.....	338
VALIDACIÓN DE <i>TRICHODERMA SP.</i> COMO TRATAMIENTO DE SEMILLA EN EL CULTIVO DE FRÍJOL (<i>PHASEOLUS VULGARIS</i>) EN EL SALVADOR.....	364
RESUMEN.....	364
INTRODUCCIÓN.....	365
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	366



.....	372
El objetivo general consistió en evaluar el impacto agro económico de la variedad mejorada de frijol CENITA Chaparrastique transferida a los productores de la zona periférica del volcán Chaparrastique del departamento de San Miguel, en El Salvador, C.A.; y los Objetivos específicos en identificar los niveles de adopción de la variedad mejorada de frijol CENITA Chaparrastique; Identificar el impacto de la adopción de variedades mejoradas de frijol en la producción de San Miguel; Identificar el sistema de variables biofísicas y socioeconómicas que impactan la adopción del frijol CENITA Chaparrastique en San Miguel; Evaluar el impacto socioeconómico en 2017 de las variedad de frijol CENITA Chaparrastique a nivel de finca.....	385
ZONA DE ESTUDIO	386
MUESTRA.....	386
INSTRUMENTO	387
LEVANTAMIENTO DE DATOS.....	387
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	387
ENFOQUE GENERAL DE LOS MÉTODOS	388
ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CAMPO.....	388
VARIABLES INDEPENDIENTES NO TOMADAS EN EL ESTUDIO	388
LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL CENITA CHAPARRASTIQUE.....	389
LA ADOPCIÓN DE LA VARIEDAD CENITA CHAPARRASTIQUE	390
LA OPINIÓN SOBRE EL CENITA CHAPARRASTIQUE	391
EL ROL DE LOS TÉCNICOS DE LA AGENCIA CENITA SAN MIGUEL	392
LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS ADICIONALES DEL CENITA CHAPARRASTIQUE	393
LITERATURA CONSULTADA	395
• Manuales de Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists).....	439
CONSIDERACIONES FINALES.....	5

**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y
FORESTAL,**

“Enrique Álvarez Córdova”.

Santos Rafael Alemán Ortega

Director Ejecutivo

Manuel de Jesús Osorio Torres

Gerente de Investigación Tecnológica

REVISIÓN Y COMPILACIÓN:

Unidad de Biometría y Socioeconomía

Abner Neftalí Rosa Pasasín

Jesús Alejandro Segovia Molina

Iván Wilfredo Callejas

José Arístides de León Rodríguez

Jaime Ayala Morán

2018

INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) es la institución responsable de planificar y ejecutar la política nacional de desarrollo tecnológico agropecuario y forestal. Su Visión institucional es dinamizar la economía nacional para generar oportunidades y prosperidad a las familias, a las empresas y al país en general, diversificando la matriz productiva con énfasis en la producción de bienes y servicios transables; fortalecimiento de los niveles de soberanía y seguridad alimentaria; protección de la economía familiar especialmente de los sectores excluidos y el desarrollo inclusivo en los territorios.

La Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico dedica sus esfuerzos a los procesos de innovación tecnológica en las disciplinas de mejoramiento genético, manejo agronómico de cultivos, protección vegetal, nutrición animal, y otras más, con el propósito de incrementar la productividad, competitividad y rentabilidad en diferentes rubros. Estos esfuerzos se han concretado en la generación de tecnologías en las áreas temáticas mencionadas a través de seis Programas de Investigación, cinco Laboratorios y dos Unidades de Apoyo.

Es reconocido y aceptado que las innovaciones tecnológicas contribuyen a mejorar el potencial productivo de hombres y mujeres productores y con ello su calidad de vida y la de sus familias. Los diagnósticos que esta Gerencia realiza permiten conocer las necesidades y demandas en el ámbito agropecuario y forestal de estos actores y ejecutar las acciones necesarias con el objetivo de satisfacerlas. Tales actividades están comprendidas en El Plan Estratégico Institucional del Ministerio de Agricultura y Ganadería, especialmente aquellas orientadas a garantizar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

La Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico pone a disposición de la población salvadoreña este documento que contiene los resultados de investigaciones finalizadas en el año 2017. Resultados que se divulgan con el objetivo que constituyan verdaderas soluciones a la problemática del sector agropecuario y forestal, reconociendo que los productores, hombres y mujeres, son el elemento central del desarrollo agropecuario sostenible y actores fundamentales en garantizar la seguridad alimentaria a la población salvadoreña.

2. OBJETIVO DE LA GERENCIA DE INVESTIGACIÓN

En base a la Misión y Visión Institucional, tiene como objetivo la Generación de Tecnología Agropecuaria y Forestal de manera sostenible en los aspectos económicos, ambientales y sociales; para ser transferida a productores y productoras y de esta manera, contribuir a la reconversión agro empresarial que conduzca a un sector más rentable, competitivo y sostenible.

3. FUNCIONES DE LA GERENCIA DE INVESTIGACIÓN

Algunas funciones son:

- Implementar las políticas, estrategias, planes y metodologías de investigación agropecuaria y forestal.
- Elaborar, proponer y ejecutar proyectos viables de investigación que respondan a las demandas y necesidades prioritarias de los productores (as).
- Divulgar las tecnologías generadas para que constituyan verdaderas soluciones a la problemática del sector agropecuario

De esta manera, la Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico presenta este documento que contiene los resultados finales y de avance de los ensayos y validaciones realizadas en el año 2017, con el propósito de sistematizar y ordenar la información para poner a disposición de técnicos, productores y productoras como medio de consulta; todo con el objetivo de generar impacto en la producción y productividad del sector agropecuario en El Salvador, tomando muy en cuenta la demanda tecnológica del productor y considerando la protección al medio ambiente y los efectos del cambio climático.

4. CONTENIDO TEMÁTICO DE LA MEMORIA DE RESULTADOS

A continuación se detalla la disciplina temática de los ensayos y validaciones realizadas por los programas y unidades de la Gerencia de Investigación en el año 2017, contenidas en el documento.

PROGRAMA	AREA TEMATICA					
	Mejoramiento genético	Protección vegetal	Manejo agronómico	Post cosecha	Nutrición animal I	Total
Granos Básicos	13**	1	1			15
Frutales y Cacao	2	2	1*			5
Hortalizas	2	2*	3*			7
Recursos Naturales		1*				1
Agroindustria				2		2
Producción Animal			1		1*	2

*: Uno de estos es validación.

** : Dos validaciones

UNIDAD	AREA TEMATICA				
	Caracterización molecular	Conservación de germoplasma	Post cosecha	Estudio de aceptación	Total
Socioeconomía				1	1
Laboratorio de Alimentos			2		2
Laboratorio de Química Agrícola			1		1
Banco de Germoplasma		1			1
Laboratorio de Biotecnología	1				1

TECNOLOGÍAS LIBERADAS EN 2017

5. TECNOLOGÍAS LIBERADAS EN 2017.

Se resumen en el siguiente cuadro las tecnologías validadas y liberadas en 2017, puestas a disposición de productores y productoras. Así también, se detalla la ficha técnica de cada una de ellas.

PROGRAMA	NOMBRE DE TECNOLOGÍA
Granos Básicos	Liberación de la variedad de maíz (<i>Zea Mays</i>) CENTA AS.
	Liberación de la variedad de maíz (<i>Zea Mays</i>) CENTA CS.
Hortalizas	Liberación de variedad de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) CENTA CUZCATLÁN CC.
	Mezcla de Bocashi y harina de roca.
Recursos Naturales	Fenología de 10 especies forestales tolerantes a estrés hídrico.
Producción Animal	Liberación de PASTO DE CORTE CENTA AH.
Agroindustria	Uso de MAQUINA DESGRANADORA de maíz para desgranar FRIJOL.

Cada una de las Tecnologías liberadas cuenta con su ficha técnica respectiva. En ella se resumen diversos aspectos para información y confiabilidad, tanto para técnicos como para productores; con la confianza que éstas sean de utilidad para estos últimos para mejorar la competitividad de sus sistemas de producción.

A continuación se detallan las fichas técnicas de las tecnologías liberadas por la Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el año 2017.

FICHAS TÉCNICAS DE TECNOLOGÍAS GENERADAS EN EL AÑO 2017 POR LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN



GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

PROGRAMA GRANOS BÁSICOS

FICHA TÉCNICA

1. Nombre de la tecnología: Variedad de Maíz Amarillo CENITA-AS con tolerancia a humedad limitada, para grano o forraje.
2. Descripción de la tecnología: CENITA-AS es una variedad de maíz amarillo de polinización libre de endosperma normal tanto para alimentación humana y animal con tolerancia a humedad limitada, siendo una excelente opción ante el cambio climático.

2.1 Características agronómicas

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS	RANGOS		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Días a floración	54	56	55
Días a madurez fisiológica	110	120	115
Altura de planta (cm)	242	252	247
Altura de mazorca (cm)	125	140	133
No. de hileras/mazorca	14		
Aspecto de planta	Buena		
Aspecto de mazorca	Muy buena		
Reacción a enfermedades	Buena		
Potencial de rendimiento	83 qq/Mz (5.41 t ha ⁻¹)		
CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS			
Reacción a sequía	Buena		
Reacción al acame	Tolerante		
Color y Tipo de grano	Amarillo brillante semi-cristalino		

2.2 Adaptabilidad

CENTA-AS se evaluó en zonas agrícolas a nivel nacional, donde la utilización de variedades de polinización libre (acriolladas) es frecuente, destacando buenas características agronómicas y potencial de rendimiento de grano, por ser un cultivar tropical se adapta desde 10 a 1000 msnm, con rangos de temperatura de 25 a 38° C, con 500 a 700 milímetros de precipitación bien distribuidas. Se adapta a diversidad de suelos desde francos a arcillosos con buen drenaje. Con buena adaptabilidad a terrenos planos, semi-planos y zonas de ladera.

3. Ventajas que presenta la tecnología

CENTA-AS por ser una variedad de polinización libre el grano obtenido de la primera cosecha puede ser utilizado como semilla hasta por tres ciclos, siguiendo ciertos pasos necesarios para la selección de la mazorca que será utilizada como semilla. Esta variedad puede ser utilizada tanto para la producción de grano para pequeñas granjas familiares, para forraje y elaborar concentrados en ganaderías

4. Recomendaciones para su uso

Se recomienda utilizar semilla “nueva” el primer año para asegurar la pureza varietal. Para utilizar el grano como semilla para posteriores siembra, deberá seguirse un proceso sistemático para la obtención de la futura semilla.

Para la siembra es recomendable tratar la semilla con uno de los siguientes productos: Imidacloprid en dosis de 114g/25 libras de semilla; Tiametoxam 35 FS 100 cc/25 libras de semilla. Fertilizar de acuerdo a análisis de suelo, pero si no se cuenta con análisis se pueden aportar los elementos esenciales para el desarrollo del cultivo con las siguientes fórmulas comerciales (dosis por manzana): 2 sacos de 100 kg de 15-15-15 (8 días después de siembra), 2 sacos de 100 kg de Sulfato de Amonio (25 días después de siembra) más 73 kg de Muriato de Potasio (8 y 25 días después de siembra). Mantener el cultivo libre de insectos plaga realizando monitoreo constante para determinar umbrales económicos, libre de malezas para evitar competencia y evitar también excesos de humedad en el suelo.

En general, la cantidad de semilla, el sistema de siembra y el manejo del cultivo son similares al maíz blanco; sin embargo, para obtener rendimientos óptimos en cuanto a producción de grano es recomendable dejar 2 plantas por postura a 0.8 metros entre surco y 0.4 metros entre golpe o posturas, para lo cual se recomiendan de 20 a 25 libras de semilla para una manzana. Para la producción de forraje para ensilaje, la cantidad de plantas se puede incrementar aumentando el número de semillas por postura o reduciendo la distancia entre golpe.

MANEJO Y PRODUCCIÓN

La producción que se puede obtener estará en función de la variedad, el medio ambiente, manejo y propósito del cultivo (grano o forraje), por lo que es importante considerar:

- a) Época de siembra: mayo-junio, agosto-sept.
- b) Tratamiento de la semilla para prevenir daños por plagas de suelo
- c) Control de malezas
- d) Fertilización recomendada para grano o forraje.
- e) Control de plagas del follaje.
- f) Control de enfermedades
- f) Control de plagas en granos almacenados.

5. Beneficios económicos, sociales y ambientales

Económicos: CENTA-AS es una variedad de polinización libre de alto potencial de rendimiento de grano que puede superar hasta en 30% a variedades criollas que utilizan los agricultores, lo que se traduce en mayores ingresos por unidad de área con el manejo adecuado del cultivo. El poder utilizar grano como semilla para siguientes cosechas reduce en cierta medida los costos de producción.

Sociales: es un cultivar con tolerancia a la sequía y se puede emplear también en alimentación para ganaderías, de esta forma los ganaderos cuentan con materia prima esencial para la elaboración de concentrados.

Ambientales: por su alto potencial de rendimiento, los incrementos por unidad de superficie permiten obtener mayor producción en menor área. La cantidad de rastrojo generado permite reducir las pérdidas de suelo por erosión, aumenta la materia orgánica del suelo.

6. Dominio de recomendación

CENTA-AS ha sido evaluado en todo el territorio nacional, por lo que se recomienda cultivarlo en toda clase de suelos y zonas donde se cultivan variedades criollas o híbridos de maíz, siendo una buena alternativa para ganaderos.

7. Costo de la tecnología

El costo de la semilla actualmente en CENTA es de \$ 124.00 por quintal, por lo que 25 libras de semilla para una manzana costarán US \$ 31.00.



GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

PROGRAMA GRANOS BÁSICOS

FICHA TÉCNICA

1. Nombre de la tecnología: Variedad de Maíz Blanco de Alta Calidad Proteica, CENTA-CS.
2. Descripción de la tecnología: CENTA-CS es una variedad de polinización libre de alta calidad proteica, por lo que se convierte en una fuente de fácil acceso de aminoácidos esenciales (Lisina y Triptofano) tanto para alimentación humana y animal (especies menores). Para que un cultivo sea considerado de alto valor alimenticio debe tener un índice de calidad superior a 0.80

2.3 Características agronómicas

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS	PROMEDIO
Días a floración	50
Días a madurez fisiológica	95
Altura de planta (cm)	244
Altura de mazorca (cm)	133
No de hileras/mazorca	16
Reacción a mancha de asfalto	No evaluada
Potencial de rendimiento (qq/mz)	88
CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS	
Reacción a sequía	Tolerante
Reacción al acame	Tolerante
Tipo de grano	Semi dentado

2.4 Adaptabilidad

CENTA-CS, se evaluó en zonas agrícolas donde el uso de híbridos es limitado por diversas razones, donde la utilización de variedades de polinización libre (acriolladas) es frecuente. Por ser un cultivar tropical se adapta desde 10 a 1000 msnm, con rangos de temperatura de 25 a 38° C, con 500 a 700 milímetros de precipitación bien distribuidas. Se adapta a diversidad de suelos desde francos a arcillosos con buen drenaje. Con buena adaptabilidad a terrenos planos, semi-planos y zonas de ladera.

3. Ventajas que presenta la tecnología

CENTA-CS por ser una variedad de polinización libre el grano obtenido de la primera cosecha puede ser utilizado como semilla hasta por tres años siguiendo ciertos pasos necesarios para la selección de la mazorca que será utilizada como semilla. Es un cultivar de alta calidad proteica (aminoácidos esenciales) necesarios en la dieta de seres humanos y especies monogástricas. La evaluación de este cultivar se inició en zonas de humedad limitada, por lo que puede considerarse una alternativa para sectores del corredor seco de El Salvador.

4. Recomendaciones para su uso

Se recomienda utilizar semilla “nueva” el primer año para asegurar que la semilla tenga los niveles mínimos de índice de calidad (contenido de Lisina y Triptofano). Si se desea obtener semilla para posteriores siembras deberá seguirse un proceso sistemático para garantizar la variabilidad genética.

Para su cultivo es recomendable tratar la semilla con uno de los siguientes productos: Imidacloprid 70 WS en dosis de 46g/25 libras de semilla. Imidacloprid + Thiodicard 100 cc/25 libras de semilla, Thiamethoxan 35 FS 100cc/25 libras de semilla. Fertilizar de acuerdo a análisis de suelo o aportar los requerimientos básicos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio por manzana en cantidades de: 180 lb de N 80 lb de P₂ O₅ y K₂O 160 lb. En forma general se recomienda: 3.0 qq/mz de fórmula 15-15-15, a la siembra ó 10 días después de siembra. Segunda fertilización 3.0 qq/mz de Sulfato de Amonio entre los 25 a 30 días después de siembra. Tercera fertilización con 1.5 qq/mz de Urea, a los 40 a 45 días después de siembra. Mantener el cultivo libre de insectos plaga realizando chequeos continuos, así como libre de malezas. Evitar los excesos de humedad en el suelo.

En general, la cantidad de semilla, el sistema de siembra y el manejo del cultivo, son similares al maíz blanco; sin embargo, para obtener rendimientos óptimos en cuanto a producción de grano es recomendable dejar dos plantas por postura a 0.8 metros entre surco y 0.4 metros entre golpe o posturas para lo cual se recomiendan de 20 a 25 libras de semilla para una manzana.

MANEJO Y PRODUCCIÓN

La producción que se puede obtener estará en función de la variedad, el medio ambiente, manejo y propósito del cultivo, por lo que es importante considerar:

- a) Época de siembra: mayo-junio, agosto-sept.
- b) Tratamiento de la semilla para prevenir plagas del suelo

- c) Deshierbes o control de malezas
- d) Fertilización recomendada.
- e) Control de plagas del follaje.
- f) Control de plagas en granos almacenados.

GERMOPLASMA	% Proteína	% Triptófano	Índice de Calidad
Grano de maíz común	10.23	0.04	0.40
CENTA-CS	10.34	0.09	0.89

5. Beneficios económicos, sociales y ambientales

Económicos: es una variedad de polinización libre de alto potencial de rendimiento de grano que puede superar hasta en 26% a variedades acriolladas que utilizan los agricultores, lo que se traduce en mayores ingresos por unidad de área con el manejo adecuado del cultivo. El poder utilizar grano como semilla para siguientes cosechas reduce en cierta medida los costos de producción.

Sociales: por ser un cultivar de alta calidad proteica es una fuente de aminoácidos esenciales de bajo costo y al alcance de todos los niveles sociales de la población salvadoreña, además es excelente para la alimentación de aves y cerdos. El Índice de calidad se muestra a continuación:

Esta variedad es una alternativa para los agricultores de maíz de considerados de subsistencia.

Ambientales: por su alto potencial de rendimiento, los incrementos por unidad de superficie permiten obtener mayor producción en menos áreas. La cantidad de rastrojo generado permite reducir las pérdidas de suelo por erosión, aumenta la materia orgánica del suelo.

6. Dominio de recomendación

CENTA-CS ha sido desarrollado especialmente para el corredor seco de El Salvador, sin embargo puede ser cultivado en toda clase de suelos y zonas donde se cultivan variedades criollas o híbridos de maíz.

7. Costo de la tecnología

El costo de la semilla actualmente en CENTA es de \$ 124.00 por quintal, por lo que 25 libras de semilla para una manzana costarán US \$ 31.00.



GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
PROGRAMA HORTALIZAS
FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA: VARIEDAD DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) CENTA-CUSCATLÁN—CC DE POLINIZACION LIBRE CON TOLERANCIA AL COMPLEJO DE BEGOMOVIRUS Y ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO.

1. Nombre de la tecnología: Variedad de tomate de polinización libre CENTA-CUSCATLÁN-CC.
2. Origen: Esta variedad de tomate proviene del Centro Mundial de Hortalizas (AVRDC), con sede en la República de China Taiwán, donde el año 2005 fueron evaluadas 12 líneas de las cuales la línea siete fue la más sobresaliente por su tolerancia al complejo de begomovirus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*). En el año 2006 fue introducida a Nicaragua con el nombre de línea siete y en 2007 fue liberada como INTA Valle Del Sébaco. Fue introducida al país en el año 2014; con el nombre antes mencionado, surge del proceso de introducción, selección y evaluación en campo de productores y centros de investigación, culminado con el proceso de validación el cual se desarrolló durante el año 2016.
3. Descripción de la tecnología: La variedad de tomate INTA Valle Del Sébaco fue introducida a El Salvador en el año 2014, pasando por el proceso de evaluación en el periodo 2014 al 2015. En el año 2016 se realizó la validación, en las localidades de Zapotitán, Rosario Cuscatlán, Armenia, Atiquizaya y Sacacoyo mostrando un rendimiento promedio de 21.75 t.ha⁻¹.
4. Aceptación por los productores y consumidores: Según el sondeo de opinión del 100% de los productores encuestados en los cinco municipios; el 82% opinaron que es una buena variedad de tomate, con buena calidad de fruto, tolerante al complejo virosis que llena la expectativa de los productores y los consumidores.
5. Ventajas que presenta la tecnología: Es una variedad de polinización libre que se siembra a campo abierto, tolerante a begomovirus producida por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), disminución en el uso de agroquímicos, frutos de calidad y

producción de semilla, lo que permite al productor reducir costos de producción, mano de obra, materiales y aumento en la rentabilidad del cultivo.

6. Recomendaciones para su uso: Se recomienda la siembra desde los 50 hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar. Esta tecnología es para pequeños y medianos agricultores que no tienen capacidad para comprar semilla de híbridos e infraestructuras protegidas. Manejo agronómico: Siembra en bandeja de polipropileno, sustrato, distanciamiento de siembra: a) Época de lluviosa 1.5 metros entre surco y 0.50 metros entre planta (13,333 plantas por hectárea); b) Época seca 1.2 metros entre surco y de 0.50 metros entre planta (16,666 plantas por hectárea).

7. Beneficios económicos, sociales y ambientales.

ECONÓMICOS:

Esta tecnología propuesta comparada con la del productor es más rentable, por lo que al adoptarla estaría obteniendo una relación beneficio costo de \$6.10.

SOCIALES.

A través del uso de esta tecnología propuesta (Valle Del Sèbaco), se garantiza la seguridad alimentaria y nutricional de la población salvadoreña, permitiendo el incremento de los rendimientos de esta hortalizas. La difusión y producción de semilla de excelente calidad genética y fitosanitaria permitirá la sostenibilidad e independencia de los pequeños y medianos productores de tomate.

AMBIENTAL.

El uso de variedades con tolerancia a begomovirus, reduce el uso de agroquímicos permitiendo la reducción de contaminantes que afectan el ambiente, animales y seres humanos; mediante el uso de tecnologías con estas características, permite al productor el manejo integrado del cultivo con alternativas orgánicas que no dañen al medio ambiente.

8. Dominio de recomendación: Productores de tomate que no tengan acceso a la compra de semillas híbridas. La tecnología propuesta ha demostrado que se adapta a las condiciones propias del cultivo de tomate.
9. Costo de generación de la tecnología \$141,895.00

PROGRAMA HORTALIZAS

FICHA TÉCNICA

Nombre de la tecnología: Mezcla de abono orgánico (bocashi) y harina de roca en el cultivo de Chile dulce (*Capsicum annuum*)

1. Fecha en que se pone a disposición la tecnología: Diciembre de 2017
2. Descripción de la tecnología

La recomendación técnica de CENTA para la fertilización química del cultivo de Chile dulce es (195 kg.ha⁻¹, de nitrógeno, de fósforo 120 kg.ha⁻¹ y 195 kg.ha⁻¹ de potasio 100% química), la tecnología consiste en reducir la fertilización química en un 50 %, (97,5 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, de fósforo 60 kg.ha⁻¹ y 97,5 kg.ha⁻¹ de potasio) distribuida en cuatro aplicaciones durante el ciclo del cultivo (Cuadro 1 y 2) más 1500 kg.ha⁻¹ de bocashi, más 500 kg.a⁻¹ de harina de roca, la aplicación del bocashi debe ser aplicado en una cantidad de 105 gramos alrededor de cada hoyo de trasplante, de 15-20 días antes del trasplante, incorporado alrededor de éste, de la harina de roca se debe aplicar 35 gramos, colocada alrededor de cada planta, al momento del trasplante, distribuido según la densidad de plantas, (Cuadro 3). La nueva tecnología consiste en permitir que los productores (as) del cultivo de Chile dulce, incrementen la producción del cultivo de Chile dulce, hasta en 27.0 t.ha⁻¹, (en un periodo de tres años); la aplicación de fertilizante más bocashi y harina de roca, permite aplicar al cultivo los elementos minerales esenciales para la salud del suelo, que garantiza el equilibrio nutricional de las plantas la aplicación de fertilización, debe realizarse en cuatro momentos.

Cuadro 1. Cantidades de fertilizantes utilizados como fuente de NPK

Necesidades nutricionales del cultivo de Chile dulce (Tecnología)

Número aplicaciones	Fertilización		Elementos (kg.ha ⁻¹)		
	Tipo	Cantidad (kg.ha ⁻¹)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Fórmula 00-00-60	72,0	0,00	0,00	43,20
	Fórmula 15-15-15	100,0	15,00	15,00	15,00
2	Fórmula 00-00-60	65,5	0,00	0,00	39,30
	Fórmula 18-46-00	100,0	18,00	46,00	0,00
	Sulfato de Amonio	76,0	15,96	0,00	0,00
3	Urea	71,0	32,66	0,00	0,00
4	Sulfato de Amonio	75,5	15,86	0,00	0,00
Total (kg.ha ⁻¹)			97,5	61,0	97,5

Cuadro 2. Porcentaje de fertilizante a aplicar de NPK

Número aplicaciones	Fertilización		Porcentajes de aplicación		
	Tipo	Momento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Fórmula 00-00-60	Al Trasplante	0,0	0,0	44,3
	Fórmula 15-15-15		15,4	24,6	15,4
2	Fórmula 00-00-60	40-45 DDT	0,0	0,0	40,3
	Fórmula 18-46-00		18,5	75,4	0,0
	Sulfato de Amonio		16,4	0,0	0,0
3	Urea	60-70 DDT	33,5	0,0	0,0
4	Sulfato de Amonio	85-90 DDT	16,3	0,0	0,0
Total			100,0	100,0	100,0

Cuadro 3. Momento de aplicación de bocashi y harina de roca

Número aplicaciones	Material	Momento	Cantidad	
			kg.ha ⁻¹	g/planta
1	Bocashi	15-20 DDT	1500	105
1	Harina de roca	Al Trasplante	500	35

3. Ventajas

El uso de Abono orgánico bocashi y harina de roca mejora la fertilidad natural del suelo al aportar los minerales que necesita y obtenga mejor respuesta en sus cosechas y reducir la aplicación de fertilizaciones químicas, en un periodo de a mediano plazo de un mínimo de tres años (Quintanilla, R. 2016).

Es una tecnología accesible, barata y de fácil aceptación por los productores, ya que permite el empleo de insumos de la finca. La producción de Bocashi, es una técnica práctica y económica, fácil de implementar por los y las productores.

El Bocashi mejora la textura, aireación del suelo, además, incrementa la actividad biológica del suelo. Existe disponibilidad de la harina de roca en el país por varias empresas a precios accesibles. Es una tecnología accesible y amigable con el medio ambiente, ya que permite obtener resultados similares a las aplicaciones con fertilización química (100%). Estos elementos mejoran las propiedades físicas del suelo, en pH, materia orgánica, macro y micro elementos, así como las relaciones de Ca/Mg y Ca+Mg/K. Incrementa los rendimientos hasta un 15 %, en un periodo de tres años (Linares, L., 2015). Protege la biodiversidad del suelo, ya que es un material inocuo a microfauna y microflora.

4. Recomendaciones

Se debe realizar una buena aplicación del fertilizante químico, al aplicar el bocashi debe respetarse el momento de aplicación. Con un mínimo de 15 a 20 días, antes del trasplante e incorporarlo en cada hoyo de siembra. Es importante usar harinas las más finas posibles. Al momento de aplicarla debe hacerse en forma circular y por postura en cada planta del cultivo. La fertilización debe hacerse en las dosis y momentos recomendados para alcanzar los rendimientos esperados.

5. Beneficios

A) Económicos: Permite obtener un incremento de un 26 % de ganancias, dado que se incrementa los rendimientos del cultivo, pasando de 20.0 t.ha⁻¹ a 27.0 t.ha⁻¹ (incremento de 7.0 t.ha⁻¹), esto significa un incremento de \$ 3,243.00 por hectárea.

B) Sociales: Genera trabajo en la producción bocashi, ya que requiere el empleo de mano de obra local.

C) Ambientales: Disminuye la contaminación por ser material inocuo a la microflora y microfauna, a su vez, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo a mediano plazo.

6. Dominio de recomendación

Se recomienda emplearlo en todas las zonas productoras del cultivo del país, de preferencia en las zonas bajas e intermedias (por las condiciones climáticas imperantes de esas zonas), sin embargo, los resultados se logran en cultivos protegidos, como son: macro túnel, casa mallas e invernaderos.

7. Costo de la aplicación de la tecnología

La cantidad a invertir por la implementación de esta tecnología es \$ 645.46 ha, desglosada así, la cantidad del bocashi de 1500 Kg.ha⁻¹, tiene un costo de \$ 165.00 y de la harina de roca la cantidad de 500 Kg.ha⁻¹, un costo de \$ 154.00, más el costo del 50% del fertilizante \$ 326.46 y el costo de la tecnología de productor al aplicar el 100% de fertilización es \$ 652.91.ha.



GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

UNIDAD DE RECURSOS NATURALES

FICHA TÉCNICA

Ficha técnica de 10 especies forestales nativas de importancia económica y tolerantes al estrés hídrico en El Salvador.

I.0 Información General.

Durante cuatro años (2014 al 2017), se realizó un estudio de la vegetación arbórea de 3 zonas de El Salvador, con bajas precipitaciones (1. Zona norte del departamento de Ahuachapán, Centro de Área de Canícula: Atiquizaya-Turín y San Lorenzo, 1100-1400mm. 2. El área que circunda la Laguna de Guija, en el departamento de Santa Ana, Centro de Área de Canícula: Metapán, San Francisco Guajoyo y Masahuat: 1100-1400mm y 3. Zona Centro del departamento de La Unión, Centro de Área de Canícula: Talpetate, El Rosario, Santa Clarita y Pasaquina 1100-1400mm). Se identificaron un máximo de 15 especies y luego se sobrepusieron, para determinar las diez primeras que están en las tres zonas. Después de compartió la información con los agricultores de las tres zonas, se concluyó que las diez especies son tolerantes a estrés hídrico.

1.1 Nombre de la tecnología.

“Fenología de 10 Especies Forestales Nativas Tolerantes a Estrés Hídrico”

1.2 Descripción de la tecnología.

Se dispone de una tecnología fenológica que nos permite plantar las especies tolerantes a sequía y con valor económico, que resisten bajas precipitaciones, altas temperaturas y se identifican a continuación. 1. Memble: *Poëppigia procera*, 2. Quebracho: *Lysiloma divaricatum*, 3. Sicahuite: *Lysiloma acapulcensis*, 4. Nacazcol: *Caesalpinia coriaria*, 5. Morro: *Crescentia alata*, 6. Tamarindo: *Tamarindus indica*, 7. Carao: *Cassia grandis*, 8. Pintadillo: *Caesalpinia eriostachys* Benth, 9. Carreto Gavilán: *Albizia guachapele*, 10. Cortez Amarillo: *Tabebuia ochracea*. En conclusión, en estas zonas de bajas precipitaciones existe una biodiversidad de especies animales y vegetales, que alguien

podría decir que se quedó una u otra especie, pero cuando se hace un balance de las características, ya mencionadas se puede conciliar con opiniones que difieran.

1.3 Ventajas.

- Toleran un rango de sequía (3 a 6 meses).
- Se adaptan a un rango de altitud (0 a 1700 msnm).
- Votan las hojas cuando comienza la época seca, para resistir la falta de agua y florecen inmediatamente.
- Sus maderas en general poseen alto valor económico.
- Toleran bajas precipitaciones (800- 1800mm).
- Cuatro de ellas tiene alto potencial agro industrial (Carao, Tamarindo, Morro y Nacazcol).
- Todas tienen alto potencial ornamental (Poseen una inflorescencia muy bellas).
- Son de fácil rebrote.
- Todas en la época lluviosa están cubiertas de follaje y en la época seca se visten de flores muy atractivas.
- Fácil germinación (Desde 3 a 18 días) y con porcentajes de germinación 70 – 80 por ciento.

1.4 Limitaciones.

Hay dificultad por el momento en la recolección de semilla de la mayoría de especies, lo que se resolverá cuando empiecen a producir las parcelas permanentes establecidas en los centros experimentales de CENTA, en Santa Cruz Porrillo San Vicente y San Andrés, ciudad Arce, La libertad.

1.5 Recomendaciones.

Estas especies deben de fomentarse para que los viveristas privados puedan producirlos y ponerlas a disposición de los reforestadores, para la restauración los paisajes de las zonas de bajas precipitaciones.

Si el estado está interesado en reforestar, restaurar paisajes o hacer plantaciones forestales en El corredor seco de El Salvador, debe comenzar por difundir este trabajo y utilizar estas especies, que además de ser tolerantes a bajas precipitaciones, mejora el clima de la zona, también son valiosas por su potencial agroindustrial, energético en la construcción y en la belleza escénica.

1.6 Beneficios de la tecnología.

1.6.1 Económicos.

Existen especies como el morro, carao, nacascol, tamarindo que pueden tener usos agroindustriales que generan ingresos a la familia. Existen especies que se utilizan como sistemas Agrosilvopastoriles para la alimentación de ganado por ser leguminosa

1.6.2 Sociales.

Especies nativas que son conocidas, usadas que benefician a la población del corredor seco del país en cuanto a la obtención de leña, postes, madera rolliza y alimento para ganado.

1.6.3 Ambientales.

Existencia de especies forestales nativas tolerantes a estrés hídrico, mas biodiversidad

Mejora el paisaje por sus coloridas floraciones que sirven de alimento y refugio a la fauna nativa, además son especies que protegen el suelo.

1.7 Costos de la tecnología.

Valor de plantas a 45cm= \$556.00; Limpia= 360.00; Trazo, ahoyado y siembra=200.00;
Fertilización= 70.00; Brechas cortafuego= 30.00; Total= \$ 1,216.00



GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

PROGRAMA PRODUCCION ANIMAL

FICHA TÉCNICA

Nombre de la tecnología: PASTO DE CORTE CENTA-AH (*Pennisetum purpureum*)

1. Descripción de la tecnología: El pasto CENTA-AH. Es un forraje que puede constituir una importante alternativa y reserva para los períodos de poca disponibilidad de alimentos, es el resultado de evaluaciones biotecnológicas realizadas al pasto King grass, en él se conjugan los siguientes caracteres deseables: buena relación hoja - tallo, mayor contenido de azúcares. Es una planta perenne y de crecimiento erecto, que alcanza una altura de 2.9 - 3.5 m con tallos que puede alcanzar de 3.5 a 5 cm de diámetro y menos lignificados, sus hojas son anchas y largas con vellosidades suaves, color verdes oscuro. Sus raíces forman cepas muy compactas y sólidas que pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad. Su espiga floral es compacta y cilíndrica de 12 a 15 cm de largo.
2. Ventajas que presenta la tecnología: Mayor rendimiento que las otras especies de (*Pennisetum purpureum*), resistente a las sequias, con un valor nutritivo muy bueno contenido nutricional: Proteína 7.5-12%, mayor relación tallo hoja, fibra neutro detergente entre 63 – 78 %, contenido de Materia seca 14%, Carbohidratos entre 70-80%, producción de biomasa húmeda 95 ton/corte/ha, se adapta entre los 40– 900 m.s.n.m, su ciclo vegetativo es perenne, requiere suelos con fertilidad de mediana a alta, con un Ph de 6-7.5, se puede utilizar ofreciéndolo fresco, así como en ensilaje.
3. Recomendaciones para su uso: Se deben tener en cuenta varios factores. Como primera medida, los pastos de corte debe estar cerca de las instalaciones donde se suministra el alimento forrajero, se debe tener conocimiento de las características topográficas del

terreno (que no haya encharcamiento). Conocer las características en cuanto a fertilidad, realizando análisis de suelo, para determinar la aplicación de correctivos y fertilizantes. Se siembra por material asexual (estolones, tallos o cañas), de 3-5 yemas o tallos de 40 a 50 cm de largo, esto permite obtener rebrotes vigorosos y lograr un establecimiento entre los 90-120 días después de la siembra. Se recomienda usar entre 3.5-4.5 toneladas de material vegetativo por hectárea, se debe usar semilla (estolones o esquejes) que tenga 90-120 días de edad para asegurar una buena calidad. Su cantidad depende también del sistema de siembra, una vez preparado el terreno y de acuerdo con el estado de fertilidad detectado en los resultados de los análisis de suelos, se procede a la siembra y establecimiento a través de cepas y tallos maduros, la profundidad de los surcos debe ser de 15 a 20 cm los tallos son colocados en forma manual traslapados, se cubren con una capa de tierra de una a dos pulgadas, el distanciamiento apropiado de los surcos es de, 0.70 a 0.80 metros, asegurando un rebrote uniforme a lo largo de los surcos. Cuando los esquejes quedan muy superficiales la capa superior del suelo puede alcanzar altas temperaturas, ocasionando deshidratación de las semillas o esquejes recién emergidos, y en siembras demasiado profundas no alcanzan a emerger. Todo esto contribuye al éxito de un buen establecimiento del cultivo forrajero. Requiere control de malezas en el período de establecimiento. Para mantener calidad, necesita cortes frecuentes entre 5-10 cm al nivel del suelo, normalmente cada 45 a 65 días cuando alcanza alturas entre 2.5 a 3 m, los riegos deben ser cada 12 días en época seca y se está produciendo un promedio de 95 toneladas de pasto (base húmeda) por corte por hectárea. El pasto de corte CENTA-AH, para mantener la productividad necesita fertilizaciones después de cada corte, control de malezas, control de plagas y enfermedades, evitar la siembra en terrenos de muy baja fertilidad y en los que tengan problemas de drenaje.

4. Beneficios económicos, sociales ambientales y económicos: El alto potencial de rendimiento y nutricional de la variedad CENTA AH (95 t/ha) le permite superar a las otras especies de pastos, puesto que por el cambio climático soporta sequías prolongadas y es resistente a plagas y enfermedades, además, de ser un pasto altamente nutritivo, su establecimiento oscila por los \$475 por manaza y su periodo de duración anda entre los 5-7 años desde su establecimiento dependiendo del manejo que se le proporcione. Todas estas

bondades hacen que el ganadero salga beneficiado, ya que su producción será mejor y a más bajos costos.

5. Dominio de recomendación: La variedad CENTA AH puede sembrarse en los diferentes dominios de recomendación, donde se siembran pastos incluyendo áreas desde los 40 hasta 900 msnm en toda época del año si hay riego y en época lluviosa entre Mayo-Agosto para poder lograr un buen rebrote.

6. Costo de la tecnología: El precio de una tonelada de material vegetativo es de \$15 y para una manzana se necesitan 3 a 4.5 toneladas, esto significa que el costo de semilla es de \$ 45.00 - \$ 67.50.



GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PROGRAMA DE AGROINDUSTRIA

FICHA TÉCNICA

Nombre de la tecnología

Uso de la máquina desgranadora de maíz para desgranar frijol

2. Descripción de la tecnología

Funcionamiento: El ajuste del tipo de martillos, la velocidad de rotación, el uso de una tolva de entrada más amplia permite desgranar frijol con las desgranadoras actualmente en uso para maíz y maicillo. Los accesorios pueden fabricarse en un taller mecánico y el cambio a frijol es fácil y reversible. Para lograr una mayor capacidad se utiliza un sistema de alimentación, movido por el mismo motor. Si se desea obtener frijol más limpio, se agregan impulsores en el aspa ventilador.

Origen: Desgranadora de construcción nacional, accesorios desarrollados en el CENTA

Usuarios actuales: 1 productor que cultiva 2 manzanas lo tiene en uso desde el 2015

3. Ventajas que presenta la tecnología

Reducción de tiempo y no hay necesidad de mano de obra en comparación con el aporreo. Se puede desgranar frijol con hasta 18 % de humedad, útil cuando el secado es difícil. Las plantas se trituran, por lo que sirven de alimento para ganado sin usar picadora

4. Recomendaciones para su uso

Las plantas tienen que haber sido arrancadas con mínimo una semana de anticipación; en la época lluviosa hay que dejarlos secar bajo techo o plástico, en caso de sereno tapanlo en la noche. Lo mejor es dejar las plantas en manojos y así introducirlos en la máquina.

Utilizar los equipos de protección personal: tapones para los oídos y mascarilla
 No introducir manos u objetos extraños en la máquina
 Tener la precaución necesaria con el uso de desgranadoras
 Dar el mantenimiento normal a la desgranadora, especialmente el motor

5. Beneficios económicos, sociales y ambientales

Económica: Reducción del costo de mano de obra, uso de la planta como forraje
 Social: Trabajo más liviano, permite la participación de mujeres
 Ambiental: Adaptación al cambio climático porque permite desgranar con poco sol

6. Dominio de recomendación

- Para productores o asociaciones que disponen de una desgranadora y tienen capacidad mecánica para montar los accesorios y el deseo de aprender a realizar los ajustes
- Para personas que dan el servicio de desgrane y tienen interés en usar su equipo con frijol
- Para parcelas medianas (entre 1 y 5 manzanas) con buen acceso
- Para productores con parcelas menores de 1 manzana en asocio

7. Costo de aplicación/adopción de la tecnología

Inversión inicial para un ajuste básico:
 \$ 290 para una desgranadora modelo 20/40, \$ 455 para el modelo 40/80
 Para un sistema de alimentación y mayor ventilación: \$ 500 a \$900

Costo de la operación: \$ 2 a 4 por qq (incluyendo depreciación en 10 años)

8. Características operativas

El desempeño varía bastante según el tipo de frijol, de cómo está cargado y su estado. En la tabla está el rango de los resultados obtenidos en condiciones de operación normal.

Tipo de desgranadora	Capacidad qq/hora	% frijol partido	% de germ.	% de basura
Desgranadora 20/40 con ajuste básico: martillos adecuados, tolva ampliada y polea	4 a 8	<0.5	85 a 95	3 a 5
Desgranadora 40/80 con sistema de alimentación y mayor ventilación	6 a 12	<0.5	85 a 95	0.5 a 2

9. Resultados de validación con productores de frijol

En 3 eventos se realizaron sondeos de la opinión de 38 productores de frijol. En la tabla el % de respuestas “me parece”, y por criterio la importancia relativa y las expectativas de los productores de frijol en cuanto a una desgranadora de frijol.

% de respuesta “me parece” criterio	Tema	Capacidad	nivel de	lim-	seguri	nivel de
		qq/hora	daño	pieza	dad	inversión
	Desgranadora 20/40 con ajuste básico	65 %	74 %	58 %	63 %	96%
	Desgranadora 40/80 con sistema de alimentación	88 %	90 %	76 %	73 %	74%
	Importancia relativa	43 %	31 %	26 %	-	-
	Expectativa de los productores (promedio)	9 qq/h	4 %	11%	-	-

**INFORMES FINALES DE RESULTADOS DE
ENSAYOS DE INVESTIGACIÓN Y
VALIDACIONES 2017**

PROGRAMA DE GRANOS BÁSICOS



BRECHA DE RENDIMIENTO Y FACTORES LIMITANTES A LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y FRIJOL. EL SALVADOR, 2017.

Riquelmi Siguenza¹
Manuel Betancourt²

RESUMEN

Durante el ciclo agrícola 2016-2017 se estableció un ensayo de investigación de maíz con el híbrido H-59 y frijol con la variedad CENTA- EAC, el objetivo fue investigar la brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción comparando las prácticas de manejo típicas a la zona con un manejo óptimo de cultivo. Se realizaron 8 tratamientos para cada cultivo, estos fueron. 1: Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: Riego temporal, control local y fertilización local. Para la variable rendimiento de grano de maíz existió diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, resultando con el mayor rendimiento el cinco con 5,114 kg/ha siendo el más bajo para el tratamiento ocho con 3,933 kg/ha. Para variable % de mazorcas podridas no existió diferencia estadística entre tratamientos evaluados, resultando los mayores para los tratamientos 8 y 6 con 21 y 20% respectivamente; en frijol al realizar el análisis de varianza no mostró diferencia estadística la variable rendimiento de grano resultando el mayor para tratamiento cuatro con 2,611 kg/ha, igual para variables número de vainas por planta y granos por vaina no existió diferencia estadística.

Al realizar el análisis económico en maíz y frijol el tratamiento cuatro fue el que resultó mejor considerando mejor tasa de retorno marginal.

Palabras claves: Maíz, brecha, factores limitantes, rendimiento.

- 1/ Técnico investigador de maíz. El Salvador. riquelmi_sig@hotmail.com
2/ Técnico investigador de maíz. El Salvador. mjbetancourt2011@yahoo.com

INTRODUCCION

En el país se cultivan alrededor de 404,196 manzanas de maíz blanco con un volumen de 15, 629,779 quintales, con un promedio de 38.7 quintales por manzana, lo cual puede ser incrementado si se cultivaran tierras aptas para el cultivo actualmente en desuso y el apoyo de programas gubernamentales a pequeños y medianos productores de cereales.

La degradación de los suelos es una limitante para que los cereales puedan expresar su potencial genético, de igual forma la sequía es un factor que limita la producción de cereales, las enfermedades y plagas son cada año más repetitivas y agresivas, esto nos conlleva a generar tecnologías para superar estos problemas que limitan la producción de cereales y poder contribuir con la seguridad alimentaria de nuestro país.

La mancha de asfalto en maíz es una enfermedad que presenta una fuerte importancia económica por las pérdidas que esta puede ocasionar al presentarse en etapas tempranas.

Por lo anterior, se pretende reducir la brecha de rendimiento de maíz y frijol y poder contribuir a incrementar la producción de cereales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en el ciclo agrícola 2016-2017, en la Estación Experimental San Andrés 1, San Andrés, Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador 13°48'6" N 89°23'42" W, 460 msnm. El diseño experimental fue de parcelas divididas por el factor de riego y subdividas por el factor de manejo de plaga en arreglo de bloques al azar con tres repeticiones; La parcela experimental constaba de 6 m longitud por 11.2 m de ancho (67.2 m²). Cada parcela experimental tenía 14 surcos de maíz y 30 de frijol, se descartaron los 2 surcos de cada orilla para cosechar los de en medio y 2 posturas de las cabeceras de cada parcela. El área de cosecha de cada unidad experimental fue de 8 m x 4.4 m = 35.2 m². El maíz se sembró 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre posturas (2 semillas) para una densidad de 62,500 plantas por hectárea; El frijol: A 0.20 m de cada lado de cada surco de maíz, se sembró 0.40 m entre posturas (2 semillas) para una densidad de 125,000 plantas por hectárea. Se utilizó híbrido de maíz H-59 y la variedad CENTA- EAC en frijol.

La fertilización local para maíz (FL) fue: fórmula 16-20-0 (260 kg/ha) se aplicó a los 8 días después de la siembra, la segunda fertilización fue de sulfato de amonio (260 kg/ha) a los 30 días después de la siembra, En ambas aplicaciones, el fertilizante se tiró encima del suelo sin incorporar. Para el frijol, se aplicó 15-15-15 a los 8 días después de siembra a una dosis de 130 kg/ha.

La fertilización óptima para maíz fue (FO): una mezcla de la fórmula 18-46-0 (195 kg/ha) y 0-0-60 (65 kg/ha) se incorporó a los 8 días de siembra, la segunda fertilización fue de la

mezcla de sulfato de amonio (260 kg/ha) y 0-0-60 (65 kg/ha) se incorporó a los 25 días después de la siembra. La urea se aplicó a los 35 días después de la siembra a una dosis de (130 kg/ha), se realizaron tres aplicaciones foliares de metalosato multimineral, se aplicó a los 20 días, 30 días, y 35 días después de la siembra.

El frijol se fertilizó a los 8 días después de la siembra con fórmula 18-46-0 (130 kg/ha). Se aplicó metalosato multimineral a los 20 días, a los 35 días y a los 45 días después de la siembra.

Para control local (CL) de plagas y enfermedades de maíz y frijol, la semilla se trató con Marshal (carbosulfan). Las plagas de follaje se controlaron con clorpirifos, se utilizó volaton granulado (phoxim) a los 35 días para el control del cogollero de maíz. Se utilizó oxiclورو de cobre de forma curativa para enfermedades foliares.

Para el control óptimo (CO): para maíz se usó Crusier (tiametoxam) como tratador de semilla, las plagas de follaje se controlaron con Muralla Delta (imidacloprid, deltametrina) y Curyom y para control de cogollero, Palgus (spinetoram) se utilizó Amistar xtra (azoxistrobina) a los 35 y a los 50 días para el control de mancha de asfalto. Para el cultivo de frijol se usó Gaucho líquido (imidacloprid) como tratador de semilla. Para enfermedades foliares su utilizó: Previcur (propamocarb, fosetilo), Derosal (carbendazim), Amistar top (azoxistrobina, difenoconazole) y confidor para control de plagas de follaje.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

No. de Tratamiento	Abreviatura	Riego	Control de Plaga	Plan de fertilización
1	R, CO, FO	Riego por goteo	Control óptimo	Fertilización óptima
2	R, CO, FL	Riego por goteo	Control óptimo	Fertilización local
3	R, CL, FO	Riego por goteo	Control local	Fertilización óptima
4	R, CL, FL	Riego por goteo	Control local	Fertilización local
5	T, CO, FO	Temporal	Control óptimo	Fertilización óptima
6	T, CO, FL	Temporal	Control óptimo	Fertilización local
7	T, CL, FO	Temporal	Control local	Fertilización óptima
8	T, CL, FL	Temporal	Control local	Fertilización local

Cuadro 2. Descripción de fuentes y dosis de fertilizantes en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

Tratamiento	Cultivo	Fecha prevista	Producto	Kg/ha	Gramos por postura
Fertilización local	Maíz	16/6/17	16-20-0	260	8.3
Fertilización óptima	Maíz	16/6/17	18-46-0	195	6.2
Fertilización óptima	Maíz	16/6/17	0-0-60	65	2.1
Fertilización óptima	Maíz	4/7/17	Sulfato de amonio	260	8.3
Fertilización óptima	Maíz	4/7/17	0-0-60	65	2.1
Fertilización local	Maíz	7/7/17	Sulfato de amonio	260	8.3

Fertilización óptima	Maíz	14/7/17	Urea	130	4.2
Fertilización local	Frijol	18/9/17	15-15-15	130	2.1
Fertilización óptima	Frijol	18/9/17	18-46-0	130	2.1

La información obtenida se analizó estadísticamente a través del análisis de varianza y análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el cuadro 3 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de grano la cual determinó que existió diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, resultando con el mayor el cinco con 5,114 kg/ha siendo el más bajo para el tratamiento ocho con 3,933 kg/ha, de las tres limitantes que limitan la producción que se habían identificado por medio de encuestas con agricultores solo se presentaron dos las cuales fueron el control de plagas, enfermedades y fertilización óptima, para el caso de tratamientos que se aplicaría el factor de riego este no se pudo realizar porque no se presentó canícula en la fase del cultivo. Los rendimientos más altos fueron para los tratamientos con control óptimo de plagas y enfermedades, siendo la enfermedad mancha de asfalto la que se presentó en fase vegetativa y reproductiva del cultivar evaluado.

Para variable porcentaje de mazorcas podridas no existió diferencia estadística entre tratamientos evaluados, resultando los mayores para los tratamientos 8 y 6 con 21 y 20% respectivamente.

Los rendimientos de grano fueron influenciados por la presencia de mancha de asfalto, la cual se presentó desde etapa vegetativa v9, influyendo de igual forma en porcentajes intermedios de mazorcas podridas

Cuadro 3. Análisis de varianza para variables evaluadas en maíz en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

No. de tratamiento	Abreviación	Rendimiento kg /ha	% Mazorcas podridas
1	R, CO, FO	4,729	16
2	R, CO, FL	4,734	17
3	R, CL, FO	4,587	11
4	R, CL, FL	4,478	18
5	T, CO, FO	5,114	18
6	T, CO, FL	4,625	20
7	T, CL, FO	4,626	14
8	T, CL, FL	3,934	21
SIG		*	ns

Descripción de tratamientos.

1: R, CO, FO= Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: R, CO, FL= Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: R, CL, FO= Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: T, CO, FO= Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: T, CO, FL= Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: T, CL, FO= Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local.

En el cuadro 4 se presenta el análisis de varianza para las variables evaluadas en el cultivo de frijol.

Para variable rendimiento de grano el análisis estadístico determinó que no existió diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, siendo los más altos para cuatro, seis y dos con 2,611, 2,410 y 2,403 kg/ha respectivamente, se realizaron dos riegos a los 48 y 56 días después de siembra en tratamientos correspondientes y se puede observar que el factor riego influyó en que los respectivos tratamientos expresaron un mayor rendimiento de grano al compararlos con los que no se aplicó riego.

Respecto al factor de fertilización los tratamientos no expresaron diferencias porque el análisis de suelo expresó concentraciones de fósforo y potasio muy altas.

En el caso de la variable vainas por planta igual no hubo diferencia estadística entre tratamientos, resultando con mayor número cinco y tres con 19 y 17 respectivamente.

Cuadro 4. Análisis de varianza para variables evaluadas en frijol en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

No.de Tratamiento	Abreviación	Rendimiento kg/ ha	Vainas/Planta	Granos/Vaina
1	R, CO, FO	2,307	16	6
2	R, CO, FL	2,403	17	6
3	R, CL, FO	2,058	17	6
4	R, CL, FL	2,611	16	7
5	T, CO, FO	2,153	19	6
6	T, CO, FL	2,410	11	6
7	T, CL, FO	2,323	16	6
8	T, CL, FL	2,233	17	7
SIG		ns	ns	ns

Descripción de tratamientos.

1: R, CO, FO= Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: R, CO, FL= Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: R, CL, FO= Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: T, CO, FO= Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: T, CO, FL= Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: T, CL, FO= Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local

En el cuadro 5 se presenta el presupuesto parcial de maíz para organizar los datos de los tratamientos evaluados en el ensayo experimental con el objetivo de obtener costos y beneficios.

Cuadro 5. Presupuesto parcial de maíz en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

Concepto	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento medio (kg/ha)	4,729	4,733	4,587	4,478	5,114	4,625	4,626	3,934
Rendimiento ajustado(kg/ha)	4,256	4,260	4,128	4,030	4,603	4,163	4,163	3,541
Beneficios brutos en campo(\$/ha)	1,124	1,125	1,090	1,064	1,215	1,099	1,099	935
Costos que varían(\$/ha)	796	532	628	348	796	532	628	348
Beneficios netos(\$/ha)	328	593	462	716	419	567	471	587

Descripción de tratamientos.

1: R, CO, FO= Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: R, CO, FL= Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: R, CL, FO= Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: T, CO, FO= Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: T, CO, FL= Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: T, CL, FO= Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local.

En el cuadro 6 se presenta el análisis de dominancia donde se ordenaron los tratamientos de menor a mayor tomando en consideración los costos que varían, resultando los tratamientos dominados que tenían beneficios netos menores a los de los otros tratamientos con costos que varían más bajos. Resultando los tratamientos ocho y cuatro como los mejores.

Cuadro 6. Análisis de dominancia de maíz en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El salvador, 2017.

Tratamientos	Costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos(\$/ha)
8	348	587
4	348	716
6	532	567 D
2	532	593 D
3	628	462 D
7	628	471 D
1	796	328 D
5	796	419 D

Descripción de tratamientos.

1: R, CO, FO= Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: R, CO, FL= Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: R, CL, FO= Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: T, CO, FO= Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: T, CO, FL= Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: T, CL, FO= Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local.

En el cuadro 7 se detallan los resultados del análisis marginal para determinar la ganancia que tendría el agricultor de pasar de la tecnología del tratamiento ocho para el tratamiento cuatro donde obtendría \$ 129 más.

Cuadro 7. Análisis marginal de maíz en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

Tratamientos	Costos que varían (\$/ha)	Costo marginal(\$/ha)	Beneficio neto(\$/ha)	Beneficios netos marginales(\$/ha)	Tasa de retorno marginal
4	348		716		
8	348	0	587	129	129

Descripción de tratamientos.

4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local.

En el cuadro 8 se presenta el presupuesto parcial para organizar los datos de los tratamientos evaluados en el ensayo experimental con el objetivo de obtener costos y beneficios.

Cuadro 8. Presupuesto parcial de frijol en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

Concepto	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento medio (kg/ha)	2,308	2,404	2,058	2,611	2,153	2,410	2,323	2,234
Rendimiento ajustado(kg/ha)	2,077	2,164	1,852	2,350	1,938	2,196	2,091	2,011
Beneficios brutos en campo(\$/ha)	2,285	2,381	2,037	2,585	2,132	2,416	2,300	2212
Costos que varían(\$/ha)	663	558	324	235	613	508	274	185
Beneficios netos(\$/ha)	1,622	1,823	1,713	2,350	1,519	1,908	2,026	2,027

Descripción de tratamientos.

1: R, CO, FO= Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: R, CO, FL= Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: R, CL, FO= Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: T, CO, FO= Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: T, CO, FL= Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: T, CL, FO= Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local.

En el cuadro 9 se presenta el análisis de dominancia donde se ordenaron los tratamientos de menor a mayor tomando en consideración los costos que varían, resultando los tratamientos dominados que tenían beneficios netos menores a los de los otros tratamientos con costos que varían más bajos. Resultando los tratamientos ocho y cuatro como los mejores.

Cuadro 9. Análisis de dominancia de frijol en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

Tratamientos	Costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos(\$/ha)
8	185	2,027
4	235	2,350
7	274	2,026 D
3	324	1,713 D
6	508	1,908 D
2	558	1,823 D
5	613	1,519 D
1	663	1,622 D

Descripción de tratamientos.

1: R, CO, FO= Riego por goteo, control óptimo y fertilización óptima, 2: R, CO, FL= Riego por goteo, control óptimo y fertilización local, 3: R, CL, FO= Riego por goteo, control local y fertilización óptima, 4: R, CL, FL= Riego por goteo, control local y fertilización local, 5: T, CO, FO= Riego temporal, control óptimo y fertilización óptima, 6: T, CO, FL= Riego temporal, control óptimo y fertilización local, 7: T, CL, FO= Riego temporal, control local y fertilización óptima, 8: T, CL, FL= Riego temporal, control local y fertilización local

En el cuadro 10 se detallan los resultados del análisis marginal para determinar la ganancia que tendría el agricultor de pasar de la tecnología del tratamiento ocho para el tratamiento cuatro donde obtendría \$ 6.46 más.

Cuadro 10. Análisis marginal de frijol en ensayo de brecha de rendimiento y factores limitantes a la producción de maíz y frijol. El Salvador, 2017.

Tratamientos	Costos que varían (\$/ha)	Costo marginal(\$/ha)	Beneficio neto(\$/ha)	Beneficios netos marginales(\$/ha)	Tasa de retorno marginal
4	235		2,350	323	
		50			6.46
8	185		2,027		

CONCLUSIONES.

El análisis de varianza para maíz expresó diferencia estadística entre tratamientos, resultando el más alto para el cinco con 5,114 kg/ha y el menor para el ocho con 3,934 kg/ha.

Las limitantes en la producción de maíz, control de plagas, enfermedades y fertilización fueron comprobadas por medio de los resultados del ensayo.

El riego influyó en el rendimiento de grano de frijol en los tratamientos correspondientes. No existió diferencia significativa para rendimiento de grano, número de vainas por planta y granos por vaina entre los tratamientos evaluados de frijol.

En frijol el factor fertilizante no influyó significativamente debido a que el análisis de suelo determinó una alta concentración de fósforo y potasio.

El análisis económico en maíz y frijol el tratamiento cuatro fue el que resultó con mejor rentabilidad por tener mejor retorno marginal.

A pesar de que los tratamientos de frijol y maíz que fueron manejados con niveles óptimos de plagas, enfermedades y riego presentaron los más altos rendimientos de grano, fueron dominados en términos económicos

RECOMENDACIONES

Evaluar en más localidades maiceras para difundir con agricultores estas tecnologías que ayude a reducir la brecha de rendimiento en el cultivo de maíz y frijol.

LITERATURA CONSULTADA.

DGEA-MAG. (Dirección General de Economía Agropecuaria- Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2016. Anuario estadístico. El Salvador.

INTA. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).2015. Brechas de rendimiento de trigo, soja y maíz en Argentina. consultado 15 de feb. 2018. Disponible en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1227>.

Salvagiotti, F. Rendimientos potenciales en maíz. 2009. Brechas de producción y prácticas de manejo para reducirlas. Argentina.



DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS TRIPLES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) 2017.

Héctor R. Deras F.¹

RESUMEN

Con el objetivo de conocer el comportamiento de híbridos tri-lineales de maíz en el 2017 se formó un ensayo conformado por ocho híbridos experimentales más dos híbridos comerciales como testigos. El diseño experimental utilizado fue Alpha-Látice 2*5, dos surcos de cinco metros de largo y tres repeticiones. El ensayo se estableció entre la segunda quincena de mayo y segunda de junio, en ocho localidades donde el cultivo de maíz es el principal rubro. El análisis de varianza por localidad reportó los mejores rendimientos en la localidad de Pueblo Viejo, Ahuachapán con 7.89 t ha⁻¹. El análisis de varianza combinado para la variable rendimiento de grano mostró alta diferencia estadística entre los híbridos, así como para la interacción híbrido por localidad siendo el testigo comercial 2, HT-9 y HT-7 los híbridos de mayor rendimiento con 7.70, 6.90 y 6.79 t ha⁻¹ respectivamente. El análisis de estabilidad a través de Ammi Biplot Gge-Sreg mostró al testigo 2 y HT-7 como los híbridos más estables.

Palabras claves: Híbridos triples, Comportamiento

^{1/} Ing. Agrónomo. Técnico investigador en maíz. CENTA El Salvador.
hderasf@hotmail.com, hector.deras@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), es el ente gubernamental de El Salvador encargado de la generación y transferencia de tecnologías agrícolas. Dentro de los principales rubros de investigación se encuentra el maíz, ya que este cereal y el frijol son la base de la alimentación de la población salvadoreña.

Según el Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2015-2016, en El Salvador se cultivan alrededor de 404 mil manzanas de maíz con rendimiento promedio de 38.7 qq/mz. Entre los factores abióticos que afectan el cultivo se tiene la fertilidad y la mala o errática distribución de las lluvias.

En Centroamérica los índices de desnutrición global están por encima de la media del continente, según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Según la Comisión Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutrición de El Salvador (CONASAN), el Ministerio de Educación y el Ministerio de Salud; el IV Censo Nacional de Talla y I Censo Nacional de Peso en escolares de Primer Grado reportó retardo en talla a causa de la desnutrición entre 7.91 al 10.23% de acuerdo a los departamentos donde se realizó el Censo.

La identificación y selección de genotipos que se adapten a las distintas condiciones ambientales, así como el identificar híbridos con alto rendimiento y buena estabilidad agronómica es el objetivo de la mayoría de los programas de mejoramiento genético.

La evaluación de genotipos a través de distintos ambientes es una de las prácticas más usuales para la recomendación de nuevos materiales a los agricultores de una región específica. La Interacción Genotipo-Ambiente (IGA) ocurre cuando hay diferentes respuestas de los genotipos en relación con los ambientes en donde se evalúan. Esta interacción merece gran importancia en la evaluación de híbridos desarrollados para diferentes circunstancias de producción, es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad para definir el comportamiento de genotipos evaluados a través de ambientes contrastantes.

La teoría del comportamiento de los híbridos de maíz es que una cruce simple es superior en rendimiento que un híbrido triple, un híbrido triple de mejor rendimiento que un híbrido de cuatro líneas o híbrido doble.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar en campo de agricultores y en estaciones experimentales el comportamiento de ocho híbridos triples experimentales de endosperma normal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó 75% en fincas de agricultores, el resto en estaciones experimentales. En el cuadro 1 se muestran las diferentes localidades donde se instaló el ensayo, así como la fecha de siembra.

Cuadro 1. Localidades y fechas de siembra en las que se desarrolló la evaluación de híbridos triples experimentales. El Salvador, 2017.

Localidad	Fecha de siembra
C. San Fco, San Cristóbal, Cuscatlán	24/5/17
C. Pueblo Viejo, Ahuachapán	25/5/17
C. La Palmera, Ciudad El Triunfo	30/5/17
C. Chilcuyo, Texistepeque	31/5/17
C. Sta. Rosa, Nueva Concepción	1/6/17
EE Santa Cruz Porrillo, Tecoluca, San Vicente	7/6/17
EE San Andrés, Cdad. Arce, L.L.	8/6/17
C. Majahual Arriba, Pto.L.L	22/6/17

El ensayo estuvo formado por ocho híbridos triples experimentales y dos híbridos comerciales como testigos. La parcela experimental y útil la constituía dos surcos por parcela de cinco metros de largo en tres repeticiones. Los híbridos se evaluaron en un diseño bloques completos al azar. Las variables cuantitativas evaluadas fueron: Altura de planta y mazorca, mazorcas cosechadas, porcentaje de mazorcas podridas y mala cobertura, porcentaje de acame de tallo y raíz. Las variables cualitativas reacción a enfermedades, aspecto de planta y mazorca, en escala de 1 a 5; en donde 1 indica ausencia de enfermedad y 5 infección muy severa.

La fertilización al suelo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de CENTA: 161.67 kg ha⁻¹ Nitrógeno, 48.7 kg ha⁻¹ de Fósforo y Potasio.

Se realizó análisis de varianza por localidad y combinado, se calculó repetitividad y análisis de estabilidad a través de AMMI Biplot GGE-SREG. Las variables expresadas en porcentajes fueron previamente transformadas por raíz cuadrada más un medio ($\sqrt{x+0.5}$).

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

EFFECTOS AMBIENTES

En el cuadro 2 se muestran las medias ajustadas, los valores de repetitividad y coeficientes de variación para la variable rendimiento obtenido en cada una de las localidades. Se muestran además los porcentajes de pudrición de mazorcas y cobertura de mazorcas.

Cuadro 2. Análisis de varianza por localidad para las variables rendimiento de grano, porcentaje de pudrición de mazorca y mala cobertura de híbridos de maíz. El Salvador 2017.

Localidades	Rend t ha ⁻¹			Pudrición de mazorca (%)	Cobertura de mazorca (%)
	Promedio	h ²	CV (%)		
C. Pueblo Viejo, Ahuachapán	7.89 ^{ns}	0.87	9.1	4.8 ^{ns}	5.7**
San Cristóbal, Cuscatlán	7.51*	0.91	6.8	3.9 ^{ns}	7.5**
Chilcuyo, Texistepeque	7.38**	0.92	5.7	7.9**	3.3 ^{ns}
Majahual Arriba, Pto.L.L	7.19**	0.93	8.3	7.1 ^{ns}	6.0**
Las Palmeras, Cdad. El Triunfo	7.12 ^{ns}	0.46	12.0	2.3 ^{ns}	7.2 ^{ns}
Estación Exp. Sta.Cruz Porrillo	6.27 ^{ns}	0.65	15.4	5.4 ^{ns}	8.3 ^{ns}
Santa Rosa, Nueva Concepción	5.95**	0.96	8.4	4.3*	5.1 ^{ns}
San Andrés, L.L.	3.87 ^{ns}	0.87	16.0	14.0 ^{ns}	3.8*

El análisis de varianza para rendimiento por localidad mostró diferencia estadística para el 50% de las localidades. Los mayores rendimientos se obtuvieron en Pueblo Viejo, Ahuachapán con 7.89 t ha⁻¹ sin diferencia estadística entre los híbridos. Contrariamente, los menores rendimientos se obtuvieron en San Andrés, La Libertad con 3.87 t ha⁻¹, sin diferencias estadísticas entre los materiales evaluados (Cuadro 2).

Gordón y Camargo (2015) y Camargo et al. (2017), afirman que valores de repetitividad arriba de 0.2 y coeficientes de variación inferiores a 30% representan alta precisión y pueden ser utilizados en análisis combinado. De acuerdo a los valores de repetitividad (h²) obtenidos todas las localidades presentaron valores arriba de 0.20 y coeficientes de variación por debajo de 30%; por lo que todas las localidades se incluyeron en el análisis combinado (Cuadro 2).

Para la variable porcentaje de pudrición de mazorcas el mayor porcentaje se presentó en la localidad de San Andrés con 14.0% sin diferencia estadística entre los híbridos. Este alto porcentaje se debió a la fuerte incidencia de enfermedades foliares, principalmente mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) inmediatamente después de floración, lo que influyó drásticamente en esta variable y consecuentemente en el rendimiento. Para el resto de localidades los porcentajes oscilaron entre 2.3 a 7.9%, en general únicamente en dos localidades existió diferencia estadística entre los híbridos (Cuadro 2).

En cuanto al porcentaje de mala cobertura de mazorcas, el mayor porcentaje se obtuvo en la estación experimental de Santa Cruz Porrillo con 8.3% sin diferencia estadística entre los híbridos; en Chilcuyo, Texistepeque se presentaron los menores porcentajes con 3.3% muy similares a San Andrés (3.8%). En general, en 50% de las localidades existió diferencia estadística para esta variable, se puede afirmar que los porcentajes de mala cobertura de mazorca fueron aceptables, menores de 10%.

EFEECTO GENOTIPO

En el cuadro 3 se presentan las características agronómicas de los 10 híbridos evaluados a través de las ocho localidades en las que se desarrolló la investigación. El análisis de varianza combinado para rendimiento de grano mostró alta diferencia estadística tanto para los híbridos como para la interacción híbrido por localidad; con coeficiente de variación de 11.0%, repetitividad de 0.83 y media general de 6.66 t ha⁻¹, siendo el testigo 2 el de mayor rendimiento con 7.70 t ha⁻¹; seguido por los híbridos experimentales HT-9 y HT-7 con 6.90 y 6.79 t ha⁻¹, respectivamente. El testigo DK-390 superó a los mejores híbridos experimentales en 11.6, 13.4% y a la media general en 15%. El 50% de los híbridos experimentales superaron la media general de rendimiento en el rango de 0.3 a 3.6%.

Cuadro 3. Medias ajustadas de las variables agronómicas evaluadas en el ensayo de híbridos vttriples de maíz, en ocho localidades de El Salvador. 2017.

Híbrido	Rend t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala Cobertura	Mazorca/ hectárea	Asp. Mazorca (1-5)*	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	ENF*	Asp. Planta (1-5)*
DK-390	7.70	4.6	2.5	54347	2.5	264.5	146.7	0.6	2.0	2.4
HT-9	6.90	8.9	2.6	54093	2.5	250.8	136.5	0.5	2.0	2.6
HT-7	6.79	6.2	2.7	52622	2.7	259.4	144.6	0.6	2.3	2.6
HT-13	6.72	6.2	2.6	53556	2.6	258.2	140.0	0.5	2.4	2.7
HT-1	6.68	8.4	2.7	53663	2.7	256.6	137.8	0.5	2.0	2.5
HT-5	6.55	5.6	2.9	54758	2.9	256.8	134.0	0.5	2.6	2.7
HT-3	6.49	3.8	2.9	55433	2.9	260.5	133.5	0.5	2.6	2.5
H-59	6.33	7.7	2.8	52449	2.8	256.1	149.4	0.6	2.3	2.6
HT-15	6.30	5.9	2.6	49723	2.6	269.2	152.6	0.6	2.2	2.6
HT-11	6.20	4.3	2.7	52743	2.7	266.4	135.2	0.5	2.5	2.5
χ	6.66	6.2	5.9	53329	2.7	259.8	141.0	0.54	2.3	2.6
CV%	11.0	36.0	39.9	8.6	13.2	4.5	9.5	8.3	11.9	11.6
Signf (Hib)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Signf (Hib*loc)	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**
h ²	0.83	0.88	0.97	0.92	0.94	0.92	0.94	0.95	0.95	

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

En el caso del porcentaje de pudrición de mazorcas, el análisis de varianza reportó alta diferencia estadística entre los híbridos como para la interacción genotipo-ambiente, correspondiendo el mayor porcentaje a HT-9 con 8.9% y el menor porcentaje fue para HT-3 con 3.8%. La media general fue 6.2%, repetitividad 0.88 y coeficiente de variación de 36%. En general todos los híbridos presentaron porcentajes de pudrición de mazorca muy por debajo de lo máximo permitido, 10% (Cuadro 3).

Para la variable porcentaje de mala cobertura de mazorca la media general fue 5.9%, presentando diferencia estadística tanto entre los híbridos como la interacción híbrido por localidad. El mayor porcentaje fue para los híbridos HT-5 y HT-3 con 2.9%. Contrariamente el menor porcentaje correspondió al DK-390 con 2.5% (Cuadro 3). En general se puede afirmar que los porcentajes de mala cobertura de los germoplasmas se consideran aceptables. Es importante mencionar que los agricultores correlacionan positivamente esta variable con el porcentaje de mazorcas podridas.

Al analizar el número de mazorcas por hectárea, el análisis de varianza mostro alta diferencia significativa tanto para los híbridos como la interacción híbridos por localidad, sin embargo, estadísticamente únicamente el híbrido HT-15 fue diferente e inferior al resto de híbridos; por lo que no puede inferirse con certeza que el número de mazorcas por unidad de superficie influyó en el rendimiento mostrado por los híbridos (Cuadro 3).

Para la variable aspecto de mazorca en el que se evalúa potencial de rendimiento, sanidad, uniformidad y tipo de grano, todos los híbridos mostraron comportamiento similar, el cual puede considerarse como bueno (Cuadro 3).

En cuanto a la posición de la mazorca, relacionada entre la altura de planta y mazorca todos los materiales mostraron posición a la mitad de la planta o ligeramente superior, lo cual se traduce que al doblar la planta la mazorca no quedará muy cercana al suelo con el riesgo de pudrición por el salpique del agua (Cuadro 3).

En cuanto aspecto de planta y susceptibilidad a enfermedades, ambas variables están bastante relacionadas, por lo que se puede afirmar que su respuesta se considera aceptable, que los híbridos se manifestaron en forma similar a pesar de existir diferencia estadística entre ellos; considerándose no susceptibles a enfermedades foliares y buena arquitectura de la planta (Cuadro 3).

INTERACCION GENOTIPO POR AMBIENTE

El cuadro 4 muestra el análisis de varianza para rendimiento de grano, así como el valor de los dos ejes principales de la interacción genotipo-ambiente, obtenidos a través del modelo AMMI Biplot GGE-SREG. El resultado de este análisis indicó que los dos primeros ejes (PCA) explicaron el 70.8% de la interacción.

Cuadro 4. Análisis de varianza y componentes principales (PCA) para la variable rendimiento en la evaluación de híbridos triples de maíz. El Salvador 2017.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio
Ambiente	7	16.53**
Híbrido	9	1.22**
Localidad*Híbrido	63	0.24**

PCA1 →56.8%
PCA2 →14.0%

En el Cuadro 5 se presentan las puntuaciones AMMI Biplot GGE-SREG para los diez genotipos. De acuerdo con las puntuaciones de los ejes PCA-1 y PCA-2 el híbrido más estable (valor del eje PCA-2 más cercano a 0) y con rendimiento superior a la media general (valores del PCA-1 mayor que 0) de todos los ambientes fue el testigo 2.

Cuadro 5. Puntuaciones de los dos ejes correspondientes a los componentes principales (PCA) para rendimiento de grano blanco según genotipo. El Salvador, 2017.

Híbrido	Rend. t ha ⁻¹	PCA1	PCA2
HT-1	6.68	0.223	-0.672
HT-3	6.49	-0.208	-0.035
HT-5	6.56	-0.176	0.435
HT-7	6.79	0.225	0.087
HT-9	6.88	0.343	-0.109
HT-11	6.20	-0.669	-0.383
HT-13	6.71	-0.166	0.878
HT-15	6.34	-0.412	-0.516
H-59	6.34	-0.412	-0.516
DK-390	7.57	1.553	0.061

En la figura 1 se muestra el resultado de graficar los valores de PCA1 y PCA2, se observa el G10 (Testigo 2) como el híbrido más cercano al eje PCA2.

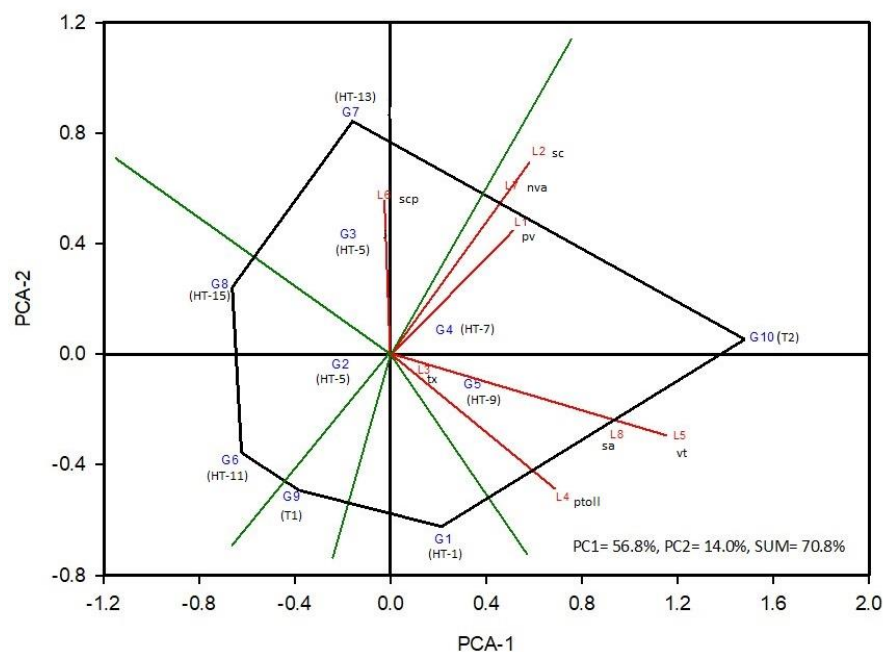


Figura 1. Puntuaciones del primer y segundo eje del componente principal de diez híbridos de maíz en ocho ambientes de El Salvador. 2017.

El híbrido HT-7 (G4) es bastante estable, aunque su rendimiento es inferior al testigo DK-390 (G10), pero superior a la media del combinado de todas las localidades, es un material que se puede sembrar en todas las localidades. En ciertas circunstancias es recomendable seleccionar genotipos por algún atributo especial o que se adaptan mejor a ciertas localidades, aunque no se comporten bien en otras, es lo que denomina adaptabilidad (Paliwall, 2001). De acuerdo a la figura 1, las localidades que se agrupan cerca son similares en cuanto a la respuesta de rendimiento, generándose dos grupos ambientales: Grupo A (L3, L4, L5 y L8) y el Grupo B (L1, L2, L6 y L7). En este caso los genotipos HT-1 (G1) y HT-9 (G5) se comportan bien en el Grupo A; mientras que los genotipos HT-13 (G7) y HT-5 (G3) se comportan mejor en las localidades del Grupo B. En otras palabras se adaptan mejor en esas localidades.

En los anexos se muestran las características agronómicas de los diez híbridos evaluados a través de las ocho localidades donde se realizó la evaluación.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se realizó la investigación se puede concluir:

A pesar de que el híbrido DK-390 utilizado como testigo ocupó el primer lugar en rendimiento en el análisis combinado a través de las ocho localidades, existieron híbridos experimentales que mostraron buena adaptabilidad que pueden ser utilizados en diversos ambientes.

Todos los híbridos experimentales mostraron porcentajes de mazorcas con mala cobertura y pudrición de las mismas, por debajo de lo máximo aceptable, 10%.

Por sus buenas características agronómicas y alto potencial de rendimiento el mejor híbrido fue HT-7, superando en rendimiento al híbrido comercial de mayor utilización en El Salvador en 7.3% (H-59)

RECOMENDACIONES

Considerar la evaluación de HT-7 junto con otros híbridos promisorios en parcelas de mayor área.

Evaluar la factibilidad de la producción de semilla del híbrido HT-7.

LITERATURA CONSULTADA

CRS (Catholic Relief Service), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), CIMMYT (Centro Internacional Mejoramiento Maíz y Trigo). 2012. Resumen del estudio tortillas en el comal. Los sistemas del maíz y frijol en Centroamérica y el cambio climático.

DGEA (Dirección General de Economía Agropecuaria), MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). Anuario 2016. Estadísticas Agropecuaria 2015-2016. El Salvador.

Gordon, R; Deras, H. 2016. Evaluación de híbridos de maíz en ambientes contrastados de Meso América. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. (PCCMCA).

Jugenheimer, R.W. 1988. Maíz variedades mejoradas, métodos cultivo y producción de semillas. 3era. Reimpresión México. Editorial Limusa.

MINSAL (Ministerio de Salud). 2016. IV Censo Nacional de talla. I Censo Nacional de peso en escolares de primer grado.

ANEXO 1

Anexo 1.1 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz de grano blanco evaluados en la localidad de Pueblo Viejo, Ahuachapán. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enferme dades**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca	Mazorcas/ hectárea
Testigo 2	8.89	4.7	3.3	2.8	2.2	1.8	245.7	149.0	0.60	57485
HT-5	8.62	5.3	4.0	2.7	2.5	2.2	250.0	139.0	0.56	58256
HT-3	8.33	5.3	0.0	3.0	2.0	2.2	249.3	144.0	0.58	59028
HT-7	8.07	4.7	7.3	2.5	2.2	1.5	236.7	147.7	0.62	57870
HT-9	8.02	2.7	9.0	2.7	2.5	1.7	232.3	132.7	0.57	56327
HT-13	7.94	3.3	9.4	2.8	2.3	2.2	241.0	143.3	0.59	57870
HT-15	7.60	2.2	8.8	2.7	2.3	1.7	240.0	141.0	0.59	52855
HT-1	7.31	9.0	6.9	3.0	2.3	1.5	242.7	136.7	0.56	55556
Testigo 1	7.29	4.3	7.8	2.5	2.3	2.2	236.7	150.0	0.64	54398
HT-11	6.89	6.6	0.8	2.8	2.3	2.0	243.3	125.0	0.51	53241
Promedio	7.90	4.8	5.7	2.8	2.3	1.9	241.8	140.8	0.58	56289
CV%	9.1	29.9	43.8	13.7	11.0	14.8	5.0	8.3	6.3	4.9
Significancia h ²	ns 0.87	ns	**	**	ns	*	ns	ns	*	ns

Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.2 Análisis de varianza de la características agronómicas de diez híbridos de maíz de grano blanco evaluados en la localidad de San Cristóbal, Cuscatlán. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	%Acame raíz	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición Mazorca (cm)	Mazorcas\ hectárea
Testigo 2	8.66	3.5	6.2	2.2	2.8	1.7	33.8	286.3	162.0	0.56	57099
HT-13	8.12	6.2	15.2	1.8	2.7	2.0	17.5	265.7	145.0	0.55	53627
HT-7	7.74	2.2	7.3	2.3	2.8	2.3	61.7	267.7	132.7	0.50	53627
HT-11	7.51	1.5	1.4	2.3	2.3	2.2	8.5	276.7	150.3	0.54	54012
HT-1	7.45	3.6	7.3	2.3	2.3	1.5	10.1	264.3	141.0	0.54	52855
HT-15	7.45	3.0	9.6	2.0	3.0	1.8	55.4	272.0	158.3	0.58	49769
HT-9	7.20	2.8	13.5	2.2	2.7	1.7	18.6	257.0	151.7	0.59	57485
HT-5	7.17	7.4	3.3	2.8	3.0	2.5	35.4	269.3	136.0	0.51	56713
HT-3	6.96	5.0	0.0	2.5	3.0	2.5	29.9	271.0	139.0	0.51	54398
Testigo 1	6.82	4.5	11.2	2.5	3.0	2.0	16.1	277.3	160.7	0.58	52083
Promedio	7.5	3.9	7.5	2.3	2.8	2.0	28.7	270.7	147.7	0.54	54167
CV%	6.8	33.4	23.4	21.1	15.2	15.3	45.6	3.9	8.6	7.4	6.8
Significancia	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
h ²	0.87										

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.3 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz de grano blanco evaluados en C. Chilcuyo, Texistepeque. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	Mazorcas\ hectárea
Testigo 2	8.50	4.8	1.4	2.7	2.7	2.0	277.7	157.3	0.57	55555
HT-7	7.90	8.5	2.6	2.7	2.8	2.7	275.0	164.7	0.60	58642
HT-9	7.77	14.7	3.4	2.7	2.7	2.2	269.7	142.3	0.53	57485
HT-1	7.60	9.0	5.5	2.7	2.7	2.2	254.7	140.7	0.55	55942
Testigo 1	7.55	16.6	4.1	2.7	2.8	2.5	249.0	156.0	0.63	56327
HT-5	7.10	4.0	5.2	3.0	2.8	2.7	259.0	139.0	0.54	58256
HT-15	7.06	8.8	2.2	2.5	2.5	2.5	280.0	153.3	0.55	52855
HT-3	6.98	0.6	2.7	3.0	2.7	2.7	268.3	133.3	0.50	56713
HT-11	6.90	2.1	1.3	2.8	2.7	2.5	280.0	155.0	0.55	56327
HT-13	6.44	9.6	4.1	2.8	2.8	2.3	264.0	143.3	0.54	56327
Promedio	7.38	7.9	3.3	2.8	2.7	2.4	267.7	148.5	0.56	56443
CV%	5.73	32.4	35.3	8.6	10.4	11.7	4.1	6.7	6.1	4.9
Significancia	**	**	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns
h ²	0.92									

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.4 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz de grano blanco evaluados en. Majahual Arriba. Puerto La Libertad. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	Días flor masculina	Días flor femenina	Mazorcas\ hectárea
Testigo 2	8.86	5.9	9.8	2.3	2.3	263.3	156.0	0.59	51	53	59799
HT-1	8.07	10.5	6.5	2.8	2.3	251.7	141.0	0.56	52	55	59414
HT-7	7.09	10.5	6.0	2.8	3.0	262.7	149.0	0.57	49	51	53627
HT-13	7.00	3.0	9.2	2.8	2.8	271.7	156.3	0.58	52	55	54784
HT-5	6.94	4.8	1.4	2.8	2.5	265.0	138.3	0.52	48	50	56713
HT-3	6.91	8.1	0.7	2.8	2.8	264.0	136.7	0.52	50	52	56713
HT-11	6.90	6.4	0.7	2.5	2.5	281.0	136.7	0.50	54	56	55556
HT-9	6.87	7.0	5.2	2.8	2.2	255.7	144.3	0.57	51	53	52855
Testigo 1	6.72	6.5	8.0	2.7	2.7	268.3	166.0	0.62	52	54	54012
HT-15	6.52	8.8	12.8	3.0	2.7	284.0	174.3	0.61	52	55	52084
Promedio	7.20	7.14	6.0	2.8	2.6	266.7	149.9	0.56	51.2	53.4	55556
CV%	8.35	37.1	27.8	8.5	9.3	4.3	6.9	7.1	1.2	1.3	9.2
Significancia	**	ns	**	**	*	*	ns	*	**	**	ns
h ² *	0.89										

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.5 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz de grano blanco evaluados en El Triunfo, Usulután. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	Mazorcas\ hectárea
HT-9	7.60	0.7	5.6	2.5	2.0	1.7	235.0	108.3	0.46	55170
HT-7	7.29	1.5	7.4	2.7	2.5	2.0	260.0	121.7	0.47	53627
HT-15	7.27	3.4	9.4	2.3	2.3	2.0	275.0	141.7	0.52	57870
HT-1	7.24	3.5	7.9	2.5	2.3	1.8	260.7	128.7	0.49	54398
Testigo 2	7.20	1.4	6.6	2.5	2.2	1.7	258.3	122.3	0.47	57099
HT-3	7.12	0.7	5.3	3.0	2.3	2.5	260.0	116.7	0.45	55555
Testigo 1	7.06	3.1	7.9	2.7	2.3	2.2	246.7	133.3	0.54	54784
HT-13	7.05	3.5	7.3	2.3	2.5	2.3	245.0	110.0	0.45	54012
HT-5	6.75	4.3	12.3	2.8	2.7	2.7	248.0	115.0	0.46	54784
HT-11	6.73	1.4	2.7	2.5	2.5	2.2	265.0	111.7	0.42	56327
Promedio	7.13	2.3	7.2	2.6	2.4	2.1	255.4	120.9	0.47	55363
CV%	12.0	35.1	55.8	12.3	13.4	14.5	3.4	8.0	7.7	5.5
Significancia h ²	ns 0.36	ns	ns	ns	ns	**	**	*	*	ns

**Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.6 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz de grano blanco evaluados en experimental de Santa Cruz Porrillo.2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	Días flor masculina	Días flor femenina	Mazorcas\ hectárea
HT-13	7.23	4.3	15.2	2.3	2.8	1.8	261.7	128.3	0.49	55	55	51515
HT-9	6.50	12.7	17.7	2.3	2.3	2.0	251.7	125.0	0.49	54	54	49243
HT-11	6.45	3.3	4.1	2.3	2.3	2.3	248.3	118.3	0.47	54	54	48485
HT-5	6.37	6.8	5.5	2.5	2.5	2.5	240.0	121.7	0.50	53	53	52651
Testigo 2	6.33	6.6	8.0	2.7	2.2	1.7	245.0	118.3	0.48	53	53	42045
HT-3	6.32	3.6	7.8	2.7	2.5	2.7	252.7	130.0	0.51	54	54	53030
Testigo 1	6.02	3.0	7.5	2.8	2.3	2.2	253.3	127.7	0.50	54	55	50379
HT-15	6.01	0.9	3.5	2.0	2.2	1.8	255.0	132.3	0.52	55	55	40530
HT-1	5.83	7.3	5.3	2.7	2.2	1.7	259.0	126.7	0.49	56	56	46970
HT-7	5.63	5.1	8.5	2.7	2.3	2.0	240.0	135.0	0.56	54	54	38258
Promedio	6.27	5.4	8.3	2.5	2.4	2.0	250.7	126.3	0.50	54.0	54.4	47310
CV%	15.4	55.3	56.2	16.4	14.5	15.5	4.3	15.9	15.1	2.6	2.7	16.3
Significancia h ²	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.7 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz blanco evaluados en. Santa Rosa, Nva. Concepción. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	Mazorcas\ hectárea
Testigo 2	7.64	2.0	3.5	2.3	2.5	2.0	266.7	149.3	0.56	55556
HT-9	7.00	9.7	4.9	2.5	3.0	2.0	245.0	134.0	0.55	54784
HT-1	6.23	3.8	5.7	2.7	3.0	2.0	251.7	140.0	0.56	54784
HT-3	6.05	0.0	5.3	3.0	2.5	2.5	247.7	133.3	0.54	56327
HT-7	5.85	1.4	4.4	2.8	3.0	2.3	263.3	146.7	0.57	53626
HT-13	5.74	6.4	5.2	2.7	3.0	2.3	257.0	152.3	0.60	54012
Testigo 1	5.68	9.6	8.8	3.2	3.0	2.0	250.7	141.0	0.56	52469
HT-5	5.54	3.5	5.0	3.2	2.5	2.3	253.3	131.7	0.52	54784
HT-11	5.33	1.4	3.7	3.0	2.5	2.5	265.0	136.7	0.52	52855
HT-15	4.48	4.8	4.9	3.2	2.7	2.0	265.7	158.3	0.60	46682
Promedio	5.95	4.3	5.1	2.9	2.8	2.2	256.6	142.3	0.55	53587
CV%	8.38	36.7	32.3	8.3	3.3	7.2	4.1	8.5	8.0	6.7
Significancia	**	*	ns	**	**	**	ns	ns	*	ns
h ²	0.82									

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.8 Análisis de varianza de las características agronómicas de diez híbridos de maíz grano blanco evaluados en la estación experimental de San Andrés, La Libertad.2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala cobertura	Aspecto Mazorca (1-5)*	Enferme dades (1-5)**	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Posición mazorca (cm)	Días flor masculina	Días flor femenina	Mazorcas\ hectárea
HT-7	4.74	16.1	4.3	3.0	2.8	269.7	159.3	0.59	56	58	51698
Testigo 2	4.50	9.5	1.3	2.5	2.3	277.5	165.0	0.60	56	59	48032
HT-13	4.21	13.4	5.2	2.8	3.3	260.0	141.7	0.54	56	58	46296
HT-9	4.15	21.3	9.8	2.8	2.8	260.0	153.3	0.59	57	59	48997
HT-15	4.05	15.6	6.0	3.0	2.8	281.7	161.7	0.57	56	59	45139
HT-5	4.00	8.9	1.8	3.2	3.3	269.3	151.7	0.56	56	59	45910
HT-1	3.70	20.6	0.0	3.0	3.3	268.3	147.3	0.55	57	60	49382
Testigo 1	3.55	14.8	8.6	3.3	3.0	266.7	160.7	0.60	57	59	45139
HT-3	3.22	6.7	0.0	3.3	3.3	270.7	135.0	0.50	57	59	51697
HT-11	2.86	12.1	0.0	3.3	3.5	271.7	147.7	0.54	58	61	45139
Promedio	3.87	14.1	3.8	3.1	3.1	269.3	151.9	0.56	56.8	59.0	47733
CV%	16.0	23.1	43.1	8.9	7.9	6.1	11.7	7.4	1.4	1.3	10.5
Significancia	*	ns	*	*	**	ns	ns	ns	ns	*	ns
h ²	0.82										

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente ** Escala 1 a 5. 1= Resistente 5 = Susceptible



EVALUACION DE HIBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAIZ DE ENDOSPERMA BLANCO NORMAL & QPM

Héctor R. Deras F.¹

RESUMEN

Con el objetivo de conocer el comportamiento de híbridos de maíz simples y triples de endosperma blanco normal y alto contenido de Cinc (Biofortificado) en el 2017 se recibió de CIMMYT un ensayo conformado por 16 híbridos experimentales más dos híbridos convencionales como testigo. El diseño experimental utilizado fue Alpha-Látice 3*6, cuatro surcos de cinco metros de largo como área experimental y dos surcos como área útil en dos repeticiones. El ensayo se estableció en cinco localidades de la zona maicera de El Salvador entre la segunda quincena de junio y primera de julio, época considerada como siembra tardía. El análisis de varianza por localidad reportó los mejores rendimientos en la localidad de Nueva Concepción, Chalatenango con 5.71 t ha⁻¹. El análisis de varianza combinado para la variable rendimiento de grano mostró diferencia estadística entre los híbridos, mientras alta diferencia estadística en la interacción híbridos por localidad siendo los híbridos CLTHW14003 (16), CLTHWZN16054 (2) y CLTHWZN15021 (13) los de mayor rendimiento con 5.06, 4.92 y 4.89 t ha⁻¹ respectivamente. Los porcentajes de mazorcas podridas sobrepasaron el límite máximo permitido, a excepción del híbrido CLTHWZN16051 que mostro porcentaje de 8.1%. Esta característica o variable agronómica con porcentajes arriba de 10% limita la selección de un germoplasma. El análisis del suelo en el que se desarrollaron los ensayos reportaron bajo contenido de Cinc en todas las localidades. Mientras el análisis de Cinc en el grano reportó que ocho híbridos sobrepasaron los 25 mg\kg⁻¹, siendo el valor más alto 31.24 mg\kg⁻¹.

Palabras claves: Híbridos simples, Híbridos triples, Endosperma normal Endospema QPM

¹/ Ing. Agrónomo. Técnico investigador en maíz. CENITA El Salvador.
hderasf@hotmail.com,

INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), es el ente gubernamental de El Salvador encargado de la generación y transferencia de tecnologías agrícolas. Dentro de los principales rubros de investigación se encuentra el maíz, ya que este cereal y el frijol son la base de la alimentación de la población salvadoreña.

Según el Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2015-2016, en El Salvador se cultivan alrededor de 404 mil manzanas de maíz con rendimiento promedio de 38.7 qq/mz. Entre los factores abióticos que afectan el cultivo se tiene la fertilidad y la mala o errática distribución de las lluvias.

En Centroamérica los índices de desnutrición global están por encima de la media del continente, según UNICEF. Según la Comisión Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutrición de El Salvador (CONASAN), Ministerio de Educación (MINED), Ministerio de Salud (MINSAL); el IV Censo Nacional de Talla y I Censo Nacional de Peso en escolares de Primer Grado reporto retardo en talla a causa de la desnutrición entre 7.91 al 10.23% de acuerdo a los departamentos donde se realizó el Censo (Mayo 2016).

La identificación y selección de genotipos que se adapten a las distintas condiciones ambientales, así como el identificar híbridos con alto rendimiento y buena estabilidad agronómica es el objetivo de la mayoría de los programas de mejoramiento genético.

La teoría del comportamiento de los híbridos de maíz es que una cruza simple es superior en rendimiento que un híbrido triple, un híbrido triple de mejor rendimiento que un híbrido de cuatro líneas o híbrido doble.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar en campo de agricultores y en estaciones experimentales el comportamiento de híbridos de maíz simples y triples experimentales de endosperma normal y alto contenido de Cinc (Biofortificado).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó 60% en fincas de agricultores. En el Cuadro 1 se muestran las diferentes localidades donde se instaló el ensayo así como la fecha de siembra.

Cuadro 1. Localidades y fechas de siembra en las que se desarrolló el estudio de híbridos biofortificados de maíz. El Salvador.2017.

Localidad	Fecha de siembra
C. Pueblo Viejo, Ahuachapán	27/6/17
C. Sta. Rosa, Nueva Concepción	28/6/17
EE Santa Cruz Porrillo, San Vicente	13/7/17
EE San Andrés, L.L.	14/7/17
C. Loma Alta, Tepetitán, San Vicente	27/7/17

El ensayo estuvo formado por 16 híbridos experimentales biofortificados y dos híbridos comunes o normales como testigos. La parcela experimental estaba formada por cuatro surcos por parcelas y dos surcos de área útil de cinco metros de largo en dos repeticiones. Los híbridos se evaluaron en un diseño Alpha látice 2*9. Las variables cuantitativas evaluadas fueron: Altura de planta y mazorca, número de plantas y mazorcas cosechadas, porcentaje de mazorcas podridas y mala cobertura, rendimiento de grano. Variables aspecto de planta y mazorca, cualitativas reacción a enfermedades.

La fertilización al suelo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de CENTA: 161.67 kg ha⁻¹ Nitrógeno, 48.7 kg ha⁻¹ de Fósforo y Potasio.

Las variables expresadas en porcentajes fueron previamente transformadas por raíz cuadrada más un medio ($\sqrt{x+0.5}$).

Se tomaron muestras de suelo de las localidades donde se realizó el ensayo así como grano de cada híbrido incluyendo los híbridos utilizados como testigos. Las muestras de grano se tomaron guardando todas recomendaciones dadas para tal fin.

Se realizó análisis de varianza por localidad para las variables antes mencionadas, así como cálculo de repetitividad, se realizó análisis combinado con separación de medias por rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EFFECTOS AMBIENTES

En el Cuadro 2 se muestran las medias, los valores de repetitividad y coeficientes de variación para las variables rendimiento, porcentaje de mala cobertura y pudrición de mazorcas; obtenidos en cada localidad.

El análisis de varianza para rendimiento por localidad no mostró diferencia estadística en ninguna localidad. El mayor rendimiento en general de los híbridos se obtuvo en Nueva Concepción, Chalatenango con 5.71 t ha⁻¹. Contrariamente los menores rendimientos se obtuvieron en la estación experimental de San Andrés con 3.31 t ha⁻¹ (Cuadro 2). Es importante mencionar que las tres localidades que mostraron mayor rendimiento, las condiciones ambientales son más favorables al cultivo en siembras tardías, a excepción de Santa Cruz Porrillo.

De acuerdo a los valores de repetitividad (h^2), todas las localidades presentaron valores arriba de 0.20 y coeficientes de variación por debajo de 30%; lo que indica alta precisión y representatividad, por lo que todas las localidades fueron incluidas en el análisis combinado (Cuadro 2).

En cuanto al porcentaje de mala cobertura de mazorcas, el mayor porcentaje se obtuvo en Tepetitán, San Vicente con 3.7% sin diferencia estadística entre los híbridos evaluados. En Santa Cruz Porrillo se presentaron los menores porcentajes con 1.3%, sin diferencia estadística. En general se puede afirmar que los porcentajes de mala cobertura de mazorca fueron muy inferiores al máximo permitido, 10% (Cuadro 2).

Para el porcentaje de mazorcas podridas el mayor porcentaje se presentó en la localidad de San Andrés con 39.0% sin diferencia estadísticas entre los híbridos. Dicha localidad se caracteriza por alta incidencia de enfermedades foliares, especialmente en siembras después del 15 de junio. Es de resaltar que en la localidad de Santa Cruz Porrillo el alto porcentaje de mazorcas podridas se debe a la incidencia de la enfermedad de achaparramiento. El menor porcentaje de mazorcas podridas se presentó en la localidad de Nueva Concepción con 6.1%, dicha localidad con condiciones ambientales similares a Santa Cruz Porrillo, sin embargo esta localidad no presenta antecedentes de la enfermedad de achaparramiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza por localidad para las variables rendimiento de grano, porcentaje mala cobertura y pudrición de mazorca de híbridos de maíz con

Localidades	Rend t ha ⁻¹			Mala cobertura mazorca (%)	Pudrición de mazorca (%)
	Promedio	h ²	CV (%)		
Nueva Concepción, Chalatenango	5.71 ^{ns}	0.81	8.8	1.6 ^{ns}	6.1**
Pueblo Viejo, Ahuachapán	5.36 ^{ns}	0.57	14.9	2.7 ^{ns}	10.1 ^{ns}
Estación Exp. Sta.Cruz Porrillo	4.03 ^{ns}	0.72	25.8	1.3 ^{ns}	22.5*
Tepetitán, San Vicente	3.99 ^{ns}	0.75	26.0	3.7 ^{ns}	16.1 ^{ns}
Estación Exp. San Andrés	3.31 ^{ns}	0.73	17.4	3.1 ^{ns}	39.0 ^{ns}

alto valor nutricional. El Salvador 2017.

EFFECTO GENOTIPO

En el cuadro 3 se presentan las características agronómicas de los 18 materiales evaluados a través de las cinco localidades en las que se desarrolló la evaluación. Por razones de presentación de los resultados se utiliza el número de entrada para referirse al híbrido de interés. El análisis de varianza para rendimiento de grano mostró diferencia estadística entre los híbridos con coeficiente de variación de 20.1% y media general de 4.31 t ha⁻¹, siendo la entrada 16 la de mayor rendimiento con 5.06 t ha⁻¹; superando a la media general en 17.4% y al mejor testigo (H-59) en 29.4%. El menor rendimiento fue para el testigo comercial 2 con 3.37 t ha⁻¹. En general ocho híbridos experimentales superaron la media general en rango de 1.4 a 17.4%, mientras 13 híbridos experimentales superaron al mejor testigo en rango de 2.3 a 17.4%. El análisis combinado a través de las cinco localidades mostró alta diferencia estadística para la interacción híbrido por localidad.

En el caso del porcentaje de pudrición de mazorcas, el análisis de varianza reportó alta diferencia estadística entre los híbridos, como en la interacción híbrido por localidad.

Correspondiendo el mayor porcentaje a la entrada 10 con 44.6% y el menor porcentaje fue la entrada 1 con 8.1%, muy por debajo del resto de materiales. La media general fue 21.8%. En general, a excepción de la entrada 1 todos los híbridos presentaron porcentajes de pudrición de mazorca muy por encima de lo máximo permitido, 10% (Cuadro 3).

Para la variable porcentaje de mala cobertura de mazorca la media general fue 10.8%, presentando alta diferencia estadística entre los híbridos, no así para la interacción híbridos por localidad. El mayor porcentaje fue el testigo comercial 1 (H-59) con 7.5%; dicho porcentaje es ligeramente inferior al máximo permitido (10%). Contrariamente el menor porcentaje correspondió a la entrada 13 con 0.6% (Cuadro 3). En general se puede afirmar que los porcentajes de mala cobertura de los germoplasmas se consideran aceptables. Es importante mencionar que los agricultores correlacionan positivamente esta variable con el porcentaje de mazorcas podridas, estos resultados demuestran lo contrario.

Para la variable aspecto de mazorca en la que se evalúa potencial de rendimiento, sanidad, uniformidad y tipo de grano, todos los híbridos mostraron comportamiento similar, sin embargo no puede considerarse como bueno (Cuadro 3).

En cuanto aspecto de planta y susceptibilidad a enfermedades, ambas variables bastante relacionadas; considerando escala de 1 a 5, en la que 1 es excelente y 5 deficiente se puede afirmar que la respuesta de los híbridos no es muy satisfactoria. Para ambas variables no existió diferencia estadística entre los híbridos, pero sí para la interacción; es decir que hubo comportamiento diferente en las localidades (Cuadro 3).

En cuanto a la altura de planta y mazorca, la respuesta de los materiales se considera satisfactoria, ya que la altura de planta no sobrepasó los 2.50 metros y la altura de mazorca, 1.50 metros, lo que implica que al doblar el cultivo la mazorca no quedará a nivel de suelo, con el consecuente riesgo de pudrición de la mazorca. En la localidad de Pueblo Viejo, Ahuachapán se presentaron las menores alturas tanto para planta y mazorca (Anexo 1.1).

Otra variable que es importante mencionar es el porcentaje de acame de raíz, el cual se presentó en las localidades de Santa Cruz Porrillo y Verapaz, San Vicente. En general, todos los híbridos presentaron porcentajes bastantes altos (Cuadro 3).

Las variables expresadas en porcentajes fueron transformadas para uniformizar el coeficiente de variación.

Para determinar el contenido nutricional (Hierro y Cinc) de los materiales en evaluación se obtuvieron muestras de grano de los híbridos experimentales como de los testigos normales; además se analizó el suelo de cuatro localidades donde se establecieron los ensayos. En el cuadro 3 se presentan los resultados del análisis nutricional del grano a través de las cinco localidades. El mayor contenido de Cinc (Zn) correspondió a la entrada 1, seguido por la entrada 2 y 3; con 31.24, 29.36 y 28.97 respectivamente. En forma general los resultados de los híbridos experimentales están por debajo de la meta propuesta por el programa HarvestPlus de $37 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, sin embargo superiores a los testigos comunes. En el anexo 2 se muestran los resultados de los análisis de suelo de tres de las cinco localidades donde se desarrolló la evaluación.

Cuadro 3. Medias de variables agronómicas evaluadas en el ensayo de híbridos de maíz con alto valor nutricional a través de cinco localidades de El Salvador. 2017.

ENT	Rend t ha ⁻¹	% Mazorcas Podridas	% Mala Cobertura	Mazorcas /ha	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Asp. Mazorca (1-5)*	ENF**	Asp. Planta (1-5)*	%Acame Raíz	Zn mg/kg ⁻¹
16	5.06	21.8	2.2	44660	236.8	133.8	3.2	2.6	2.9	56.3	20.38
2	4.92	12.8	3.7	50426	222.9	122.7	3.0	2.8	3.2	39.8	29.36
13	4.86	28.9	0.6	43182	233.7	129.0	3.6	3.0	3.4	56.2	22.49
7	4.80	23.7	3.5	50190	243.0	132.2	3.3	2.8	2.9	25.5	21.12
6	4.74	22.4	0.9	41397	237.3	122.1	3.5	2.8	3.0	34.3	27.05
3	4.63	16.6	2.8	42695	236.4	135.7	3.0	3.0	3.2	25.0	28.97
1	4.61	8.1	0.8	37825	222.7	129.3	3.0	2.9	3.2	29.7	31.24
12	4.37a	22.2	4.2	44157	227.7	130.0	3.5	2.6	3.1	46.2	16.68
4	4.29	15.8	1.6	34546	244.6	130.6	3.3	2.7	3.2	33.2	25.36
8	4.23	12.0	0.8	40341	244.0	147.4	3.2	2.9	3.2	58.4	25.16
14	4.18	26.4	5.1	41620	246.8	131.8	3.4	2.8	3.0	54.4	24.48
11	4.16	25.8	1.0	35087	237.9	125.9	3.6	2.8	3.1	35.7	23.91
5	4.00	21.0	0.6	35229	241.1	131.5	3.6	2.8	3.0	48.6	24.53
17(test 1)	3.91	22.0	2.4	34944	226.3	131.2	3.8	3.0	3.2	58.2	23.67
15	3.63	27.5	0.8	36175	230.0	125.8	3.7	3.0	3.4	62.1	26.86
10	3.60	44.6	1.1	43182	248.2	131.2	3.8	2.8	3.8	67.3	25.56
9	3.46	30.6	2.9	37690	245.7	141.0	3.7	2.9	3.3	25.6	21.4
18(test 2)	3.37	23.2	7.5	39584	224.2	120.8	3.6	3.2	3.2	58.6	18.75
χ	4.31	21.8	2.4	40792	235.7	130.8	3.4	2.9	3.8	45.3	24.3
CV%	20.1	6.7	10.8	13.4	6.10	9.9	14.5	13.6	12.0	7.7	
Signf (Ent)	*	**	**	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	
Signf (Ent*loc)	**	**	ns	**	**	**	*	**	**	**	
h ²	0.75	0.8	0.88	0.69	0.68	0.66	0.80	0.49	0.62	0.54	

*Escala de 1 a 5. 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5. 1 = Resistente 5 = Susceptible

CONCLUSIONES

Los rendimientos de grano obtenidos no pueden considerarse satisfactorios, debiéndose en mayor parte a la fecha de siembra de los ensayos.

Los porcentajes de mazorcas podridas, a excepción de la entrada uno fueron bastante elevados, lo que resulta limitante para seleccionar algún híbrido.

Los contenidos o niveles de Cinc en el grano mostrados por los híbridos están por debajo de la meta establecida por el programa HarvestPlus, algunos materiales mostraron niveles debajo de la línea base.

LITERATURA CONSULTADA

Catholic Relief Service (CRS), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Centro Internacional Mejoramiento Maíz y Trigo (CIMMYT). 2012. Resumen del estudio tortillas en el comal. Los sistemas del maíz y frijol en Centroamérica y el cambio climático.

Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA)-Ministerio de Agricultura y Ganadería. Anuario (MAG). Estadísticas Agropecuaria 2015-2016. El Salvador.

Jugenheimer, R.W. 1988. Maíz variedades mejoradas, métodos cultivo y producción de semillas. 3era. Reimpresión México. Editorial Limusa.

Ministerio de Salud (MINSAL). 2016. IV Censo Nacional de talla. I Censo Nacional de peso en escolares de primer grado.

ANEXO 1

Anexo 1.1 Características agronómicas de 18 híbridos de maíz blanco evaluados en la localidad de Nueva Concepción, Chalatenango, El Salvador. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mala Cobertura	% Pudrición Mazorca	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)**	Enfermedades (1-5)**
7	6.47	0.8	7.4	278.0	157.5	2.8	2.2	2.8
14	6.44	2.2	3.2	260.0	127.5	2.5	2.8	2.3
16	6.38	0.9	7.1	255.0	154.0	2.8	2.8	2.5
13	6.30	0.0	11.6	251.0	140.0	3.2	2.8	2.8
11	6.17	0.0	7.7	266.5	147.5	3.2	2.8	2.5
3	6.08	5.3	4.1	244.0	145.0	2.8	3.2	2.8
15	6.01	0.0	6.3	234.0	132.5	3.2	3.0	3.0
1	5.76	1.1	0.0	241.0	137.5	3.5	3.5	2.8
12	5.71	4.8	11.1	255.0	151.5	3.5	3.0	2.8
2	5.67	1.1	4.2	248.0	150.0	3.2	3.0	2.5
4	5.56	0.0	2.0	238.5	135.0	2.8	3.0	2.3
17	5.53	2.4	1.3	243.5	145.0	3.5	2.8	2.5
8	5.51	2.2	4.3	260.5	167.5	3.2	3.0	2.8
10	5.6	0.0	5.7	257.5	151.0	3.0	3.0	2.8
5	5.31	0.0	4.4	265.0	145.0	3.5	2.8	2.5
18	4.97	5.5	6.4	246.5	144.0	3.0	3.0	3.0
6	4.87	0.0	9.9	252.5	125.0	3.8	3.0	2.5
9	4.84	2.1	13.2	250.0	158.0	3.5	2.8	2.5
Promedio	5.71	1.5	6.1	252.6	145.2	3.2	2.9	2.6
CV%	8.8	13.5	7.0	4.5	6.9	9.4	8.8	10.5
Significancia h ²	ns 0.81	**	ns	**	ns	**	ns	ns

Escala de 1 a 5 donde 1 = Excelente 5 = Deficiente **Escala de 1 a 5 donde 1 = Resistente 5 = Susceptible

Anexo 1.2 Características agronómicas de 18 híbridos de maíz blanco evaluados en la localidad de Pueblo Viejo, Ahuachapán. El Salvador. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mala Cobertura	% Pudrición Mazorca	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)**	Enfermedades (1-5)**
6	6.20	0.00	7.4	200.5	100.0	3.3	2.3	2.0
1	6.18	0.00	4.0	186.5	102.5	3.3	2.8	2.2
12	6.11	0.00	4.8	188.5	102.5	3.3	2.8	1.8
16	5.84	3.90	10.7	209.5	117.5	3.3	2.5	2.0
8	5.52	2.15	3.2	215.5	127.5	3.0	2.8	2.0
7	5.44	7.05	17.0	203.0	112.5	4.0	3.0	2.5
15	5.42	0.00	5.8	183.0	90.0	3.3	3.3	2.5
14	5.37	5.80	13.5	200.0	92.5	3.3	3.0	2.5
2	5.27	4.35	3.4	186.0	97.5	3.0	3.0	2.2
3	5.21	3.65	6.6	203.5	102.5	3.3	2.8	2.2
10	5.18	0.00	15.4	213.5	120.0	3.8	2.5	2.3
17	5.16	11.7	11.4	211.0	115.0	3.5	2.5	2.5
5	5.16	0.00	14.4	203.5	99.5	4.0	2.8	2.3
4	5.14	0.00	14.2	185.0	90.0	3.8	3.3	2.5
13	5.05	0.00	12.6	200.5	107.5	3.5	3.3	2.5
18	4.89	4.00	11.7	200.0	111.5	3.5	2.8	2.8
9	4.74	3.00	15.2	190.5	110.0	4.3	3.0	2.5
11	4.64	2.80	11.3	206.0	105.0	4.0	3.0	2.2
Promedio	5.36	2.7	10.1	199.2	105.8	3.5	2.8	2.3
CV%	14.9	12.7	6.9	5.8	11.6	12.4	12.0	15.4
Significancia	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
h ²	0.57							

*Escala 1 a 5 donde 1=Excelente 5=Deficiente ** Escala 1 a 5 donde 1=Resistente 5=Susceptible

Anexo 1.3 Características agronómicas de 18 híbridos de maíz blanco evaluados en la localidad de Santa Cruz Porrillo, San Vicente. El Salvador. 2017.

Híbrido	Rend. t ha ⁻¹	% Mala Cobertura	% Pudrición Mazorca	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enfermedades (1-5)*	% Acame Raíz	DFM
7	5.29	2.4	9.2	273.5	139.0	2.5	2.8	2.8	0.0	52
2	5.08	4.8	19.4	248.0	122.5	2.8	3.2	3.5	2.5	52
4	5.03	0.00	6.8	255.0	126.5	3.2	3.2	2.8	12.2	54
3	5.01	0.00	10.6	258.5	127.5	3.0	3.5	3.5	0.0	55
6	4.83	0.00	20.4	258.0	142.5	3.2	3.0	3.0	0.0	55
16	4.70	0.00	19.9	250.0	137.5	3.0	3.8	2.8	26.9	52
5	4.54	0.00	18.4	255.0	128.5	2.8	3.2	3.2	7.4	54
13	4.38	0.00	33.1	225.0	103.5	3.2	4.0	3.2	41.9	52
12	3.90	1.6	28.9	257.5	146.0	3.0	3.2	3.5	14.3	53
1	3.89	0.00	6.2	247.5	139.5	2.8	3.5	4.0	2.6	53
8	3.83	0.00	21.5	262.5	159.5	3.2	3.5	3.2	56.7	56
10	3.62	0.00	34.9	271.5	137.5	3.5	4.0	3.0	37.9	55
11	3.60	0.00	26.3	263.5	127.5	3.2	3.5	3.2	9.7	56
9	3.39	0.00	31.4	260.0	151.5	3.5	3.5	3.5	4.0	56
14	3.18	4.00	46.7	276.0	165.0	3.8	3.5	3.8	27.8	52
15	2.97	0.00	22.4	233.5	116.0	3.8	3.5	3.2	53.7	54
18	2.73	8.3	18.9	233.5	107.5	3.5	4.0	3.8	36.4	52
17	2.65	1.8	30.3	222.5	123.5	3.0	4.0	3.2	16.3	50
Promedio	4.02	1.3	22.5	252.8	133.4	3.2	3.5	3.2	19.5	53.4
CV%	25.8	15.5	6.6	5.4	9.9	10.8	13.2	8.1	12.06	2.8
Significancia	ns	ns	*	*	*	ns	ns	**	ns	*
h ²	0.73									

*Escala 1 a 5 donde 1=Excelente 5=Deficiente ** Escala 1 a 5 donde 1=Resistente 5=Susceptible. DFM = Días a flor masculina

Anexo 1.4 Características agronómicas de 18 híbridos de maíz blanco evaluados en la localidad de Tepetitán, San Vicente. El Salvador. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mala Cobertura	% Pudrición Mazorca	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Aspecto Mazorca (1-5)*	Enfermedades (1-5)**
11	5.7	0.0	10.2	243.0	133.5	3.0	2.2
7	5.10	0.0	17.6	255.0	149.5	2.8	2.8
1	4.93	3.7	8.5	225.5	139.0	3.0	2.5
15	4.74	3.4	20.8	252.5	147.5	3.0	2.5
4	4.55	3.9	7.2	250.0	145.0	2.5	2.2
13	4.49	2.5	19.9	239.5	145.5	3.2	2.2
16	4.40	4.5	17.2	232.0	132.5	3.2	2.2
3	4.32	7.8	11.8	240.0	150.0	3.0	2.2
18	4.19	2.9	12.4	232.5	142.5	3.2	2.5
6	3.99	0.0	25.1	231.0	132.5	3.2	2.5
9	3.89	6.1	9.9	258.5	132.5	3.2	2.5
8	3.56	2.4	11.4	236.5	152.5	2.8	2.5
12	3.52	6.7	21.3	240.0	130.0	3.5	2.0
10	3.51	0.0	11.1	241.5	142.5	3.2	2.2
5	3.08	1.5	21.8	249.0	152.5	3.5	2.2
14	2.85	0.0	19.9	246.0	135.0	3.5	1.8
17	2.62	21.8	22.8	223.5	140.0	3.7	2.8
2	2.40	0.0	21.0	217.5	141.0	3.5	2.2
Promedio	3.9	3.7	16.1	239.6	141.3	3.2	2.3
CV%	26.0	16.5	7.4	6.3	8.7	14.4	18.8
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
h ²	0.74						

*Escala 1 a 5, donde 1=Excelente 5=Deficiente ** Escala 1 a 5, donde 1=Resistente 5=Susceptible

Anexo 1.5 Características agronómicas de 18 híbridos de maíz blanco evaluados en la localidad de San Andrés, Ciudad Arce, La Libertad. El Salvador. 2017.

Híbrido	Rendimiento t ha ⁻¹	% Mala Cobertura	% Pudrición Mazorca	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Aspecto Mazorca (1-5)*	Aspecto Planta (1-5)*	Enfer- medad es (1-5)*	% Acame Tallo	DFM
16	3.97	2.0	54.1	237.5	127.5	4.0	3.2	3.8	2.2	57
13	3.93	1.0	41.1	241.5	147.5	4.2	3.8	4.0	1.0	56
6	3.74	3.2	42.6	227.5	102.5	4.0	3.5	3.8	3.0	57
14	3.73	11.4	34.4	237.5	125.0	3.5	3.5	3.8	10.4	56
7	3.68	1.2	44.9	252.5	145.0	3.5	3.0	3.5	1.1	57
2	3.67	4.9	24.1	209.5	121.0	3.0	3.8	3.8	5.0	57
12	3.61	4.9	36.6	202.5	112.5	4.0	3.8	3.2	5.0	57
10	3.57	2.2	54.3	225.0	125.0	4.0	3.5	3.5	2.4	58
8	3.56	1.2	13.8	245.0	135.0	3.8	3.8	4.0	1.3	58
1	3.23	2.9	18.0	204.5	124.0	3.5	3.5	3.0	2.5	56
4	3.22	0.0	28.9	226.5	120.0	3.8	3.5	3.8	0.0	57
17	3.19	5.4	45.6	215.0	131.5	4.0	3.8	4.0	5.6	55
5	3.12	1.1	33.0	222.5	125.0	4.0	3.5	3.8	1.2	56
9	2.89	2.4	48.8	222.5	127.5	4.0	3.5	3.5	2.4	57
15	2.79	1.0	42.5	215.0	126.5	4.0	4.0	3.8	1.1	55
11	2.70	1.3	55.5	239.0	137.5	4.2	3.8	3.8	1.0	57
3	2.60	1.3	39.0	217.5	130.0	3.5	4.0	3.0	1.2	56
18	2.53	8.5	45.4	221.0	126.0	4.2	3.5	4.0	8.4	58
Promedio	3.31	3.1	39.0	225.7	127.2	3.8	3.6	3.7	3.0	56.5
CV%	17.4	9.7	5.5	4.9	9.1	12.7	5.6	8.3	9.7	1.3
Significancia h ²	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*

*Escala 1 a 5 donde 1=Excelente 5=Deficiente ** Escala 1 a 5 donde 1=Resistente 5=Susceptible DFM : Días a flor masculina

ANEXO 2.

Resultados de análisis de contenido de Hierro y Zinc en el suelo de diferentes localidades en que se desarrolló la evaluación de 18 híbridos de maíz.
El Salvador 2017.

Localidad	Fe (mg kg⁻¹)	Zn (mg kg⁻¹)
Nueva Concepción, Chalatenango	10.81 Alto	2.18 Bajo
Pueblo Viejo, Ahuachapán	26.76 Muy alto	0.44 Bajo
Loma Alta, Tepetitán		0.77 Bajo
Santa Cruz Porrillo		1.63 Bajo



EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA ALTO RENDIMIENTO, CON TOLERANCIA Y RESISTENCIA A ENFERMEDADES 2017

Aldemaro Clará Melara¹
Ovidio Bruno Guadrón²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue seleccionar genotipos favorables a las condiciones del país, en la Estación Experimental de San Andrés uno del CENITA, municipio de Ciudad Arce, durante las épocas de mayo, y septiembre del 2017. Los ensayos fueron VIDAC ROJO, VIDAC NEGRO, ERMUS, ERMAN, ERBAF, ECAR ROJO, ECAR NEGRO, CENTECAR ROJO, CENTECAR NEGRO, EPR ROJO, y EPR NEGRO. Las variables evaluadas fueron días a flor, reacción a enfermedades, madurez fisiológica, rendimiento y color de grano. Se fertilizó a la emergencia del cultivo con fórmula 18-46-0 en dosis de 129.87 Kg/Ha. En mayo, los ensayos fueron afectados por un complejo de hongos y bacterias debido a las constantes lluvias en la fase reproductiva. En el VIDAC ROJO fueron seleccionadas las líneas MCN 1327-52, MCN 1327-4, EAP 1432-3 y MCN 1327-43. En el VIDAC NEGRO: 13IS-7910-11, 13IS-7902-100 y EAP 1426-22. En el EPR ROJO las líneas CCR 1262-18, SC 16022-29-4 y BCR 123R-64 y en el EPR NEGRO las líneas: SIN 526-1, SIN 526-2 y SIN 526-3, todas con buen potencial de rendimiento y resistentes al mosaico dorado. Con el ERBAF el único material que resulto superior con y sin fertilización en rendimiento fue CENITA EAC, Para la resistencia a mancha angular, solo 3 materiales mostraron ser intermedios y con mejor rendimiento fue la línea ALS 0532-4, para resistencia a mustia hilachosa la única línea que mostró escala de resistencia fue CENITA EAC. Con los ECARES y VIDAC rojos y negros, el los CENTECAR se continuará con el mejoramiento introduciendo nuevas selecciones para conformar el nuevo EPR ROJOS y NEGROS.

Palabras clave: virus del mosaico dorado amarillo, severidad, reacción de genotipos

¹Ingeniero Agrónomo. Técnico Fitomejorador del frijol del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENITA. aldemarocm@gmail.com

²Ovidio Bruno Guadrón. Ingeniero Agrónomo M.S.c en Producción Agraria. Técnico Fitomejorador del frijol del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENITA. ovidiobruno@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El Sub programa de mejoramiento genético de frijol *P. vulgaris* L. del programa de granos básicos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA), ha sido el generador de tecnología de este cultivo para el trópico húmedo en El Salvador desde su creación, considerando los problemas que limitan la producción del cultivo como plagas, sobresaliendo la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) la cual transmite el virus del mosaico dorado amarillo (BGYMV). Además las enfermedades como la Mustia Hilachosa (*Thanateporus cucumeris*) y la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), las cuales dan como resultado bajos rendimientos.

Según el Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos en mayo de 2017, además del terrible paso del huracán Irma se le añadieron los efectos de los más moderados Katia y José. Estas dos tormentas tropicales pasaron a ser huracanes de categoría uno, lo que tampoco fue nada bueno. Ambos huracanes alcanzaron rachas de hasta 120 Km por hora, capaces de arrancar una casa en el peor de los casos, estos efectos arrojaron mucha humedad para Centroamérica con fuertes vientos, según la Prensa Gráfica (2017).

De acuerdo a lo informado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en 2017 las lluvias que determinaron el inicio de la época lluviosa (IELL), se reportaron con abundancia en casi todo el territorio nacional. Los acumulados de lluvia superaron los 50 milímetros (mm), cantidad mínima requerida para declarar iniciada la estación lluviosa, en el período del 6 al 15 de mayo en la zona norte, zona occidental y zona central de El Salvador según, la Prensa Gráfica (2017).

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el caso del frijol, las cifras muestran una mayor variabilidad, dependiendo de la variedad del frijol y de la cosecha, ya que en algunas se han registrado mejores resultados. Sin embargo, la productividad del frijol sí se ha deteriorado en las últimas cosechas. Reseña laprensagrafica.com que "... el rendimiento pasó de 15,1 quintales por manzana promedio en la temporada 2014/15, a 13,1 en el ciclo 2015/16." Según, Central América (2017).

Para la cosecha 2012/2013, el MAG reportó 2.4 millones de quintales de frijol y para la 2015/2016 fueron 2.1 millones de quintales. La temporada 2014/2015 fue excepcional ya que el MAG registró un total de 2.6 millones de quintales, casi el total de consumo interno de frijol, pero la cosecha 2016/2017 fue afectada por hongos y bacterias.

El rendimiento de esta planta estuvo en 15.1 quintales por manzana en promedio, pero hacia el ciclo 2015/2016 bajó a 13.1. Según la Prensa Gráfica (2014).

Los programas de mejoramiento han desarrollado actividades con el objetivo de incorporar resistencia a factores bióticos y abióticos de manera conjunta y no únicamente considerando factores limitantes aislados. En este sentido existe suficiente información en cuanto a fuentes de resistencia a enfermedades en el cultivo del frijol (PITTA frijol 1999).

Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar, identificar y seleccionar líneas de frijol, resistentes y/o tolerantes a la mancha angular, mustia hilachosa y virus del mosaico dorado

amarillo, con genotipos de mejor adaptación (forma de vaina y arquitectura) y rendimiento sumado a un color de grano rojo claro o negro opaco pequeño tipo mesoamericano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron durante las épocas de mayo y septiembre del año 2017 en la Estación Experimental San Andrés uno del CENTA, ubicada en el municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad con una altitud de 450 msnm.

Los ensayos ECAR, VIDAC, ERMAN y ERMUS procedieron de la Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano. Los ensayos y viveros establecidos incluyeron testigos mejorados como variedades comerciales y testigos susceptibles como variedades criollas. Los dos Ensayos Centroamericanos de Rendimiento (ECAR), 1 rojo y negro estuvieron conformados por 14 líneas más dos testigos (Rojo de Seda y DOR 364, en el caso del negro (testigo criollo y DOR 390 ambos con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El ensayo regional de mancha angular ERMAN estuvo conformado por 35 líneas incluyendo dos testigos (AMADEUS 77 y GO6727) con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; el ERMUS con 28 líneas avanzadas en tres repeticiones en bloques completos al azar, el ERMAN con 12 líneas avanzadas en tres repeticiones en bloques completos al azar y los dos ensayos de secciones de líneas avanzadas CENTECAR, negro y rojo estuvieron conformados, en el caso de los rojos por 25 líneas incluyendo tres testigos (Rojo de seda, CENTA PIPIL y CENTA EAC) con un diseño de latice de 5x5x2x2, y en caso de los negros por 16 líneas sin testigos con un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones; para el caso de los Ensayos Preliminares de Rendimiento EPR, 1 rojo y 1 negro, estuvieron conformados por 14 líneas avanzadas más dos testigos (Rojos: Rojo de Seda y CENTA EAC) los negros con 9 líneas más dos testigos: (TALAMANCA y DOR 390) ambos con diseño de bloques completos al azar y tres repeticiones. En el caso de los viveros de Adaptación Centroamericano VIDAC, 1 rojo y 1 negro, estuvieron conformados, en el caso de los rojos por 59 líneas incluyendo dos testigos (Rojos: AMADEUS 77 y Rojo de Seda), y para los negros, 68 líneas incluyendo dos testigos (Negros: DOR 390 y testigo criollo) ambos sin diseño experimental. Las épocas de siembra fueron en mayo y septiembre. El ensayo ERBAF se establecieron 24 líneas provenientes de Zamorano en cuatro repeticiones, establecidos en línea x surco de cinco metros, la primera y la tercera repetición se les aplicó fertilizante y la segunda y la cuarta repetición no se aplicó fertilizante.

La siembra y el manejo agronómico de los ensayos y viveros fue de la siguiente manera: los distanciamientos entre surcos estuvieron a 0.60 m y entre plantas a 0.20 m, con dos semillas por postura. La fertilización se realizó a la emergencia del cultivo con fórmula 18-46-0 en dosis de 129.87 Kg/Ha; se realizaron aplicaciones químicas con productos de etiqueta verde, para el control de gusanos únicamente, cada ocho días y no se utilizaron fungicidas para evaluación de enfermedades.

Las variables evaluadas en ensayos y viveros fueron: reacción al virus del mosaico dorado amarillo (DOR), reacción a mancha angular (MAN), reacción a mustia hilachosa (MUS), días a floración (DAF), días a madurez fisiológica (MAD), rendimiento del grano (REND), y color del grano (COLOR). Los síntomas se identificaron visualmente con una escala de severidad de 1 a 9, donde 1= tejido sano y 9= tejido muerto (cuadro1). En esta escala las

plantas con calificación de 1 a 3 se consideran de reacción resistente, de 4 a 6 de reacción intermedia y de 7 a 9 de reacción susceptible (Beebe y Corrales 1991).

El tamaño de la unidad experimental para el caso de los ECAR, fue de 4 surcos de 5 m de largo midiendo 12 m² cada unidad, para los EPR, el tamaño de las unidades experimentales fue de en cuatro surcos de cuatro metros teniendo 9.6 m² cada unidad para los CENTECAR, el área de las unidades experimentales fue de en 4.8 m² es decir dos surco de cuatro metros por línea y 0.60cm entre surco, en el caso del ERMAN y ERMUS, el tamaño de las unidades experimentales fueron de 3 m² es decir un surco de 5 m por línea y los viveros (VIDAC) no tuvieron diseño experimental.

Para los análisis estadísticos se utilizó el cuadro de análisis de varianza y para la separación de medias de todas las variables se utilizó la prueba de Duncan con el programa estadístico INFOSTAT en el contexto de modelos lineales mixtos realizando modificantes. El modelo utilizado fue:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \eta_k + \delta_{jk} + \varphi_{ik} + \varepsilon_{ij}; i = 1, \dots, 61; j = 1, 2; k = 1, 2$$

Cuadro 1. Escalas para la evaluación de la incidencia de enfermedades foliares en frijol

2) Escala		Características	
1	2. Resistente	3) Síntomas no visibles o muy leves	4) Germoplasma útil como progenitores variedades comerciales.
2	s		
3			
4	3. Intermedios	5) Síntomas visibles y conspicuos que ocasionan un daño económico limitado	6) Germoplasma utilizable como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades.
5			
6			
7	4. Susceptibles	7) Síntomas severos o muy severos que causan pérdidas considerables en rendimiento o la muerte de la planta.	8) En la mayoría de los casos es germoplasma no útil, ni aun como variedad comercial.
8			
9			

FUENTE: Beebe Van Shoonhoven y Pastor – Corrales (1991)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 2 muestra el comportamiento de cuatro líneas seleccionadas de frijol, por sus mejores rendimientos, adaptabilidad y resistencia al virus del mosaico dorado de un grupo de 59 líneas de generación temprana (F4) (Filial segregante), en el VIDAC rojo. Las mejores líneas con más potencial de rendimiento fueron: MCN 1327-52 y MCN 1327-4 con 901.00 y 834.00 kg/ha respectivamente, superando al testigo, mejorado AMADEUS 77 y al susceptible criollo. Puede observarse que la reacción al mosaico dorado amarillo se mantuvo de igual forma y de manera favorablemente para las líneas seleccionadas, excepto para el testigo criollo en el que se observa que manifestó una sintomatología intermedia al virus en mención, muy alta para la particularidad de la época, en el que hubo precipitaciones continuas y prolongadas las que sumadas ocasionaron que no produjera granos.

Cuadro 2. Resultados de las variables evaluadas en el VIDAC ROJO, época de mayo. San Andrés # 1 2017

Identificación	DAF	DOR	MAD	REN (kg/ha)	COLOR
MCN 1327-52	35	1	66	901.00	3
MCN 1327-4	35	1	65	834.00	3
EAP 1432-3	35	1	66	771.00	4
MCN 1327-43	33	1	64	725.00	3
AMADEUS 77	36	1	67	398.00	2
T. CRIOLLO	33	4	64	00.00	2

El cuadro 3 presenta las cuatro líneas seleccionadas del VIDAC NEGRO por sus mejores rendimientos, adaptabilidad y resistencia al virus del mosaico dorado amarillo, de un grupo de 68 líneas.

Muy particularmente la época de mayo se mostro influenciada por los efectos colaterales de huracanes en el océano pacifico, arrojando mucha humedad al país, y la estación experimental no fue la excepción, afectando los rendimientos de los genotipos. Sin embargo, desde la siembra hasta la fase vegetativa, las líneas mostraron una buena adaptabilidad, estando agobiadas posteriormente por el estrés de las frecuentes lluvias y vientos en la etapa reproductiva.

La línea 13IS-7910-11, obtuvo el mayor rendimiento con 992.00, Kg/ha superado al testigo mejorado DOR 390 por 351 Kg/ha, y las líneas EAP (Escuela Agrícola Panamericana) 1426-22, y 13IS-792-100 obtuvieron seguidamente rendimientos superiores al testigo mejorado, la línea 13IS-7910-95 fue ligeramente superada con 19 Kg/ha por el testigo mejorado.

La presión del virus del mosaico dorado amarillo a las que se sometieron las líneas, fue alta, a pesar de haber tenido una época con lluvias muy frecuentes, mostrándose el testigo mejorado DOR 390 al límite de la escala de resistencia mientras que las 4 líneas restantes reaccionaron de manera favorable con respecto a la resistencia.

Cuadro 3. Resultados de las variables evaluadas en el VIDAC NEGRO, época de mayo. San Andrés # 1 2017.

Identificación	DAF	DOR	MAD	REN (Kg/ha)	COLOR
13IS-7910-11	35	2	66	992.00	OPACO
EAP 1426-22	34	2	65	791.00	OPACO
13IS-7902-100	35	2	65	666.00	OPACO
DOR 390	34	2	65	641.00	OPACO
13IS-7910-95	35	3	65	622.00	OPACO

El cuadro 4 presenta las tres líneas seleccionadas del combinado de dos épocas mayo y septiembre del EPR ROJO por sus mejores rendimientos, adaptabilidad y resistencia al virus del mosaico dorado amarillo, de un grupo de 14 líneas avanzadas más dos testigos.

La época de mayo se mostro influenciada por los efectos colaterales de huracanes en el país, afectando los rendimientos de los genotipos, mientras que la siembra de postrera tardía en septiembre mostro la presión más alta de mosaico dorado.

La línea CCR 1262-18, obtuvo el mayor rendimiento con 1,128.00, Kg/ha superando ligeramente al testigo mejorado CENTA EAC por 43.00 Kg/ha, y las líneas SC 16022-29-4 y BCR 123R-64 obtuvieron seguidamente rendimientos inferiores a un poco mas de 100 Kg/ha con respecto al testigo mejorado, pero estadísticamente según las medias los rendimientos son iguales.

La presión del virus del mosaico dorado amarillo a las que se sometió las líneas, fue alta, mostrándose el testigo susceptible una calificación de seis al límite de la escala de reacción intermedia mientras que las tres líneas restantes mas el testigo mejorado reaccionó de manera favorable en la escala de resistencia.

Cuadro 4. Combinado de las variables evaluadas en las épocas de mayo, y septiembre en el EPR ROJO, San Andrés # 1 2017.

GENOTIPO	IDENTIFICACION	MAYO (Kg/ha)	DOR MAY	DOR SEP	COLOR	
					MAY	SEP
13	CCR 1262-18	1128.21 A	1	1	3	3
15	CENTA EAC	1084.83 A	1	1	3	3
12	SC 16022-29-4	951.07 B	1	2	4	3
4	BCR 123R-64	936.80 B	1	3	2	3
	ROJO DE SEDA	00.00	6	8	4	4
(Alfa) 0.05						

En el cuadro 5 se presenta la evaluación realizada en un combinado de dos épocas mayo y septiembre de los genotipos que presentan mejor rendimiento del ensayo EPR grano negro. La línea DOR 390 (Testigo mejorado) obtuvo el mejor rendimiento con 1,665.00 Kg/ha, seguida de dos líneas hermanas SIN 526-2 y SIN 526-1, la variedad comercial TALAMANCA (Testigo susceptible) fue ligeramente superada en rendimiento por las líneas en mencionadas. La línea SIN 526-3 obtuvo 1,117.00 Kg/ha quedando en la cuarta posición con respecto al rendimiento, sin embargo, estadísticamente según las medias, los rendimientos son iguales. Para las evaluaciones de reacción al virus del mosaico dorado amarillo, las 3 líneas hermanas SIN, mostraron resistencia en las dos épocas evaluadas.

Cuadro 5. Combinado de las épocas de mayo y septiembre en el EPR NEGRO, San Andrés # 1 2017.

GENOTIPO	IDENT.	MAYO (Kg/ha)	DOR MAY	DOR SEP	COLOR		
					MAY	SEP	
11	DOR 390	1,665.00	A	3	3	OPC	OPC
7	SIN 526-2	1,366.00	B	1	1	OPC	OPC
6	SIN 526-1	1,282.00	B	1	1	OPC	OPC
10	TALAMANCA	1,278.00	B	4	4	OPC	OPC
8	SIN 526-3	1,117.00	B	1	1	OPC	OPC

(Alfa) 0.05

En el cuadro 6 se puede observar las líneas que obtuvieron el mejor rendimiento del ECAR rojo en la época de mayo. Cabe mencionar que los genotipos fueron sometidos a lluvias prolongadas y fuertes vientos en donde se denotan rendimientos muy bajos debido a los efectos ambientales de la época. El número de plantas cosechadas fue muy bajo debido a plantas quebradas con vainas podridas. Sin embargo, la línea MRA 1222-4 muestra el mayor rendimiento 403.00 Kg/ha que el resto de líneas, sin embargo estadísticamente según las medias, los rendimientos son iguales. El testigo rojo de seda no obtuvo rendimiento.

Cuadro 6. Resultados de las épocas de mayo en el ECAR ROJO, San Andrés #1 2017.

GENOTIPO	IDENTIFICACION	REN (Kg/ha)	DOR	COLOR	
10	MRA 1222-4	402.33	A	1	3
6	RRH 336-28	353.33	A	1	2
12	BCR 122R-2	332.67	A	1	2
5	BCR 122R-42	331.67	A	1	2
7	DOR 364	200.00	B	4	2
	ROJO DE SEDA	000.00	ABC	4	4

(Alfa) 0.05

El cuadro 7 muestra los tres mejores genotipos negros resultado de la evaluación en la época de mayo del ECAR negro. Se puede apreciar que los genotipos mostraron una reacción favorable a las fuertes lluvias y vientos de la época, el testigo criollo refleja la

severidad del clima y no obtuvo dato de rendimiento. La línea 13IS 7911-58 supero en rendimiento al testigo mejorado DOR 390 por 786 Kg/ha mas, y a la segunda línea 13IS 7910-36 por 599 Kg/ha mas, sin embargo, las líneas son iguales estadísticamente. Las dos primeras líneas muestran una reacción al virus del mosaico dorado de manera resistente. Todas las líneas mostraron en el grano un buen tono de color negro opaco.

Cuadro 7. Resultados las épocas de mayo en el ECAR NEGRO, San Andrés # 1 2017.

GENOTIPO	IDENTIFICACION	MAYO (Kg/ha)	DOR	COLOR	
13	13IS 7911-58	1,556.67	A	2	OPC
14	13IS 7910-36	957.33	B	2	OPC
15	DOR 390	770.33	B	4	OPC
	TESTIGO CRIOLLO	Perdido		5	
	(Alfa) 0.05				

En el cuadro, 8 se presentan las líneas evaluadas del ERMAN. Las lluvias causaron un complejo de enfermedades en donde la principal fue bacteriosis común y un poco de mancha angular dicha incidencia de la enfermedad fue natural en campo. Se evaluaron por la reacción del complejo. Los valores de severidad de la marchitez bacteriana variaron de 4 a 6 no visible a más del 75% de las hojas primarias que exhiben necrosis amarilla lesiones y marchitamiento o síntomas necróticos amarillos en las primeras hojas trifoliadas y marchitamiento. La línea ALS 0532-4 mostró reacción intermedia (4) con un rendimiento de 528.00 Kg/ha, y el resto mostraron ser susceptibles al complejo. (5-6).

Cuadro 8. Resultado de las líneas más sobresalientes en el ERMAN, época de mayo, San Andrés # 1 2017

IDENTIFICACION	DAF	DOR	MAD	MA	REN (Kg/ha)	COLOR DE GRANO
ALS 0532-4	36	1	67	4	528.00	2
ALS 0532-6	36	1	66	4	381.00	2
NIC 604-29	36	1	66	4	488.00	2
AMADEUS 77	36	1	66	6	Perdido	2
TESTIGO RESISTENTE G06727	36	1	67	6	Perdido	

En el cuadro, 9 se presentan las líneas evaluadas del ERMUS. Las lluvias causaron un complejo de enfermedades en donde la principal fue bacteriosis común y un poco de mancha angular, dicha incidencia de la enfermedad fue natural en campo.

Se evaluaron por la reacción del complejo. Los valores de severidad de la marchitez bacteriana variaron de 4 a 6 no visible a más del 75% de las hojas primarias que exhiben necrosis amarilla lesiones y marchitamiento o síntomas necróticos amarillos en las primeras hojas trifoliadas y marchitamiento.

La variedad CENTA EAC mostró reacción resistente (3) con un rendimiento de 313.00 Kg/ha, y el resto mostraron ser susceptibles al complejo. (4-5).

Cuadro 9. Resultado de las líneas más sobresalientes en el ERMUS, época de mayo, San Andrés # 1 2017.

IDENTIFICACION	DAF	DOR	MAD	MUS	REN (Kg/ha)	COLOR DE GRANO
CENTA EAC	36	1	67	3	313.00	2
MHR 312-75	36	1	66	4	298.00	2
MHR 314-49	36	1	66	4	236.00	2
MHC 2-16-26	36	1	66	5	226.00	2
TESTIGO VERANO	36	1	67	5	76.00	2

El cuadro 10 muestra el combinado de las siete mejores líneas avanzadas evaluadas en mayo y septiembre del CENTECAR grano rojo. Dentro del análisis estadístico, la separación de medias muestra los genotipos mas adaptados en dichas épocas, haciendo alusión que la época de mayo fue muy lluviosa y con fuertes vientos. La línea FBN 1204-44 y el testigo CENTA EAC obtuvieron casi el mismo rendimiento, las líneas restantes anduvieron arriba de 1000 Kg/ha todos ellos superando al testigo mejorado CENTA PIPIL en rendimiento, color de grano y reacción al virus del mosaico dorado amarillo ya que CENTA PIPIL incremento su reacción a escala intermedia.

Cuadro 10. Combinado de la épocas de mayo y septiembre del CENTECAR ROJO, San Andrés # 1 2017.

IDENTIFICACION	(Kg/ha)		DOR		COLOR	
			MAY	SEP	MAY	SEP
FBN 1204-44	1,313.00	A	1	1	2	3
CENTA EAC	1,312.00	A	1	1	2	2
CCR 1262-35	1,248.00	A	1	1	3	3
CCR 1262-52	1,120.00	A	1	1	3	3
CCR 1262-10	1,116.00	A	1	1	2	2
MRA 1222-4	1,033.00	A	1	1	2	2
CFS 1201R-94	1,020.00	AB	1	1	2	2
CENTA PIPIL (Alfa) 0.05	660.00	B	2	3	4	4

En el cuadro 11 se muestra el combinado de las épocas de mayo y septiembre de las cuatro mejores líneas del CENTECAR grano negro. Estadísticamente no se encuentran diferencias significativas entre los genotipos, sin embargo se puede hacer notar que sus rendimientos fueron aceptables pese a las condiciones de la época de mayo, el cual fue muy lluvioso y con fuertes vientos. La época de septiembre mostró rendimientos sujetos a la sintomatología del virus del mosaico dorado amarillo, en donde se mantuvieron en la escala de resistencia. El genotipo que mayor rendimiento obtuvo en el combinado de las dos épocas de fue la línea 13IS-7910-45. Los colores son negros opacos.

Cuadro 11. Combinado de la épocas de mayo y septiembre en el CENTECAR NEGRO, San Andrés # 1 2017.

IDENTIFICACION	MAYO (Kg/ha)	DOR		COLOR	
		MAY	SEP	MAY	SEP
13IS-7910-45	1,812.00	2	3	OPC	OPC
13IS-7911-58	1,758.00	2	3	OPC	OPC
13IS-7910-37	1,725.00	2	3	OPC	OPC
13IS-7910-96	1,720.00	2	3	OPC	OPC
ns					

El cuadro 12 muestra las selecciones individuales de 5 poblaciones segregantes provenientes de Zamorano. Los progenitores de estos cruzamientos son variedades

comerciales como variedades criollas como las líneas ELS 801, el cual es producto de un cruzamiento con (CENTA PIPIL X RS PANDO), ELS 802 cruzamiento con (CENTA PIPIL X RS CUARENTEÑO), ELS 803 cruzamiento con (CARDENAL X RS PANDO), ELS 804 cruzamiento con (CARDENAL X RS CUARENTEÑO), ELS 805 cruzamiento con (DEORHO X RS PANDO) y ELS 806 cruzamiento con (DEORHO X RS CUARENTEÑO). Se puede observar que los cruzamientos con CENTA CPC tienen el mayor número de selecciones individuales.

Cuadro 12. Resultados de la selección de plantas de 5 poblaciones segregantes en F2 y F5 en la época de septiembre en la Estación Experimental San Andrés # 1 2017.

IDENTIFICACION DE LA POBLACION SEGREGANTE	GENERACION FILIAL	NUMERO DE SELECCIONES INDIVIDUALES
MCS 1324/ ELS 801/ELS 802	F5	54
MCS 1325/ ELS 803/ELS 804	F5	67
MCS 1326 /ELS 805/ELS 806	F5	95
MSR 1401/ CPC/ SC 16021-273	F3	151
MSR 1402 /CPC/ IBC 302-29	F3	114

El cuadro 13 muestra la reacción de materiales sometidos con y sin fertilización química del ensayo ERBAF. Se establecieron 24 líneas en cuatro repeticiones, establecidos en línea x surco de 5m, la primera y la tercera repetición se les aplicó fertilizante y la segunda y la cuarta repetición no se aplicó fertilizante. Los resultados muestran que el único genotipo que respondió de manera favorable en rendimiento en los dos casos con o sin fertilización fue la variedad CENTA EAC, ya que con fertilización su rendimiento fue de 1759.00 Kg/ha, y sin fertilización su rendimiento fue de 1432.00 Kg/ha. Existieron materiales que no lograron rendimiento sin fertilización.

Cuadro 13. Resultados del ensayo ERBAF en la época de septiembre en la estación experimental San Andrés # 1 2017.

Nº	IDENTIFICACION	CON FERTILIZANTE Kg/ha	SIN FERTILIZANTE Kg/ha
1	SEQ 342-89	184.00	195.00
2	PR 127-16	64.00	0.00

3	CENTA EAC	1759.00	1432.00
4	BFS 29	0.00	0.00

N°	IDENTIFICACION	CON FERTILIZANTE Kg/ha	SIN FERTILIZANTE Kg/ha
5	SER 125	0.00	0.00
6	SEF 16	369.00	326.00
7	TEPARY 40001	430.00	291.00
8	PR 1483-105	114.00	54.00
9	ALS 0532-6	761.00	437.00
10	SEF 71	120.00	26.00
11	SEF 17	50.00	105.00
12	G 21212	0.00	0.00
13	SB 781	81.88	40.00
14	SB 770	0.00	0.00
15	SAYAXCHE ML	622.00	286.00
16	NCB 280	467.00	229.00
17	JAMAPA	55.00	0.00
18	BFS 81	0.00	37.00
19	BFS 87	00.00	00.00

20	XRAV 40-4	114.00	538.00
----	-----------	--------	--------

Nº	IDENTIFICACION	CON FERTILIZANTE Kg/ha	SIN FERTILIZANTE Kg/ha
21	LENCA PRECOZ	721.00	529.00
22	DEORHO	1043.00	807.00
23	AMADEUS 77	1159.00	1067.00
24	DOR 390	773.00	312.00

CONCLUSIONES

En el VIDAC ROJO fueron seleccionadas las líneas: MCN 1327-52, MCN 1327-4, EAP 1432-3, y MCN 1327-43. Por resistencia a enfermedades, potencial de rendimiento y color de grano.

En el VIDAC NEGRO las mejores líneas seleccionadas: 13IS-7910-11, EAP 1426-22, 13IS-7902-100, superiores en rendimiento al testigo e igual en resistencia a enfermedades, presentando color negro opaco de grano, y la línea 13IS-7910-95 ligeramente superada por el testigo mejorado DOR 390.

En el ECAR ROJO las líneas más sobresalientes en todo el año fueron: MRA 1222-4, RRH 336-28, BCR 122R-2, y BCR 122R-42. Superiores en rendimiento y resistencia al virus del mosaico dorado amarillo, presentando un color de tres en el grano.

En el ECAR NEGRO las mejores líneas en el ciclo anterior fueron: 13IS 7911-58 y 13IS 7910-36 mostrando mejor resistencia a enfermedades, presentando un color negro opaco.

En el EPR NEGRO las mejores líneas en todo el año fueron: SIN 526-1, SIN 526-2, SIN 526-3 mostrando mejor reacción al virus del mosaico dorado amarillo, que el testigo DOR 390 y unos colores opacos.

En el EPR ROJO existen materiales sobresalientes, en todo el año y fueron: CCR 1262-18, SC 16022-29-4, BCR 123R-64. Todas estas líneas con buena reacción al virus del mosaico dorado amarillo, y color de tres en el grano (Según la escala colorimétrica).

En el ERMAN existen materiales que reaccionaron de mejor manera al complejo bacterial y mancha angular, y fueron: NIC 604-29, ALS 0532-4 y ALS 0532-6. Todas estas líneas con color de grano negros opacos y rojos en tres (Según la escala colorimétrica).

En el ERMUS existen materiales que reaccionaron de mejor manera al complejo bacterial y mancha angular, y fueron: MHR 312-75, MHR 314-49 y MHC2-16-26. Todas estas líneas con color de grano negro opaco y rojo en tres (Según la escala colorimétrica).

En el CENTECAR ROJO existen materiales sobresalientes, en todo el año y fueron: FBN 1204-44, CCR 1262-35, CCR 1262-10, CCR 1262-52, MRA 1222-4, CFS 1201R-94. Todas estas líneas con buena reacción al virus del mosaico dorado amarillo, buen color de grano.

En el CENTECAR NEGRO existen materiales sobresalientes, en todo el año y fueron: 13IS-7910-45, 13IS-7911-58, 13IS-7910-37, 13IS-7910-96. Todas estas líneas con buena reacción al virus del mosaico dorado amarillo, buen tono de color negro del grano.

Dentro de las poblaciones segregantes se concluye que se tiene un total de 481 selecciones de plantas con características fenotípicas deseables.

Con el ensayo ERBAF el único material que rindió de manera favorable fue la variedad CENTA EAC.

RECOMENDACIONES

Las líneas promisorias del EPR GRANO ROJO, pasen a formar parte de ensayos regionales con el apoyo de las agencias de extensión de CENTA en 2018 y así mismo evaluarlos en diferentes ambientes, siendo las líneas: CCR 1262-18, SC 16022-29-4, BCR 123R-64.

Las líneas promisorias del EPR GRANO NEGRO, pasen a formar parte de ensayos regionales con el apoyo de las agencias de extensión de CENTA en 2018 y así mismo evaluarlos en diferentes ambientes, siendo las líneas: SIN 526-1, SIN 526-2, SIN 526-3.

Las líneas promisorias del ECAR ROJO pasen a formar parte del ensayo preliminar de rendimiento EPR grano rojo, siendo las líneas: MRA 1222-4, RRH 336-28, BCR 122R-2, y BCR 122R-42.

Las líneas promisorias del ECAR NEGRO pasen a formar parte del ensayo preliminar de rendimiento EPR, siendo las líneas: 13IS 7911-58 y 13IS 7910-36.

Continuar avanzando las 5 poblaciones segregantes con selecciones de líneas uniformes que cumplan con los objetivos de este trabajo de mejoramiento.

Difundir la variedad CENTA EAC a través de las agencias de extensión del CENTA en zonas frijoleras con baja fertilidad en el suelo en el país.

Las líneas sobresalientes de los viveros de adaptación con frijoles rojos: y negros VIDAC ROJO y NEGRO, ERMAN, ERMUS, CENTECAR ROJO y CENTECAR NEGRO se recomienda continuarlos evaluando evaluarlos en ensayos, para el 2018.

LITERATURA CONSULTADA

Beebe, S.E.; Pastor-Corrales, M.P. 1991. Breeding for disease resistance. *In*: A. Schoonhoven, AV; Voysest,O (eds). CIAT, Cali, Colombia, CIAT. p.980.

Cosecha de maíz y frijol podría ser menor a la prevista. 2014. La Prensa Gráfica, San Salvador, El Salvador; 11 de marzo: 26.

El Salvador produce menos granos. 2017. Central América Data Información de Negocios, San Salvador, El Salvador; 17 de abril: 15.

Huracanes para temporada 2017 solo en el océano pacífico. 2017. La Prensa Gráfica, San Salvador, El Salvador; 6 de mayo: 21.

MAG DGEA. 2014. Anuario de Estadísticas Agropecuarias.MAG. El Salvador.

PITTA FRIJOL (Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Frijol). 1999. Informe Técnico Anual 1998-1999. S.J., Costa Rica. pp 42-43.



SELECCIÓN DE LÍNEAS DE FRIJOL CON ALTO CONTENIDO DE HIERRO Y ZINC.

Aldemaro Clará Melara¹
Ovidio Bruno Guardón²

RESUMEN

Se avanzaron 4 poblaciones de frijol común, con posibles altos contenidos de Hierro y Zinc en el grano provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en la Estación Experimental San Andrés uno del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) durante el mes de agosto de 2017. Las poblaciones se establecieron en la filial F3 y fueron: (SMR 8 X SMC 37), (SMC33 X SCR169), (SMC 44 X SCR 9) y (SCR 16 X SMC 40). Se obtuvieron un total de 535 líneas segregantes, todas ellas fueron seleccionadas por ser resistentes al virus del mosaico dorado amarillo. En las 4 poblaciones segregantes se realizaron selecciones individuales tomando en consideración los siguientes aspectos: arquitectura de planta, adaptación agronómica; como fuentes de resistencia, principalmente al virus del mosaico dorado amarillo. La población que mas selecciones obtuvo fue la SMR 8 X SMC 37 con 200 plantas individuales. Se recomienda continuar avanzando las 4 poblaciones segregantes e iniciar con muestras de granos en el laboratorio de CENTA para evaluar y seleccionar líneas por contenidos de Hierro y Zinc dentro de las 4 poblaciones.

Palabras claves: contenido de hierro y zinc en el grano de frijol, mosaico dorado amarillo.

¹Ingeniero Agrónomo. Técnico Fitomejorador del frijol del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA. aldemarocm@gmail.com

²Ovidio Bruno Guadron. Ingeniero agrónomo M.C en fertilidad de suelos. Técnico fitomejorador del frijol del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA. ovidiobruno@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*P. vulgaris L.*) es un cultivo de gran importancia social, es una fuente importante de proteínas y nutrientes esenciales. En todo el mundo, el frijol común es la leguminosa más consumida, proporcionando hasta 15% de calorías diarias totales y 36% de proteínas diarias totales en partes de África y las Américas. Más de 200 millones de personas en el subsahariano de África dependen del frijol común como alimento básico primario.

Tiene muchos nutrientes beneficiosos para la salud, cuyas concentraciones son heredables, y aumentar las concentraciones de estos nutrientes es un objetivo de mejora en todo el mundo. Múltiples líneas de evidencia han demostrado que el frijol común silvestre está organizado en dos grupos geográficamente aislados y genéticamente diferenciados grupos de genes silvestres (mesoamericanos y andinos) que divergieron de una población; silvestre ancestral común de más de 100,000 años. De estos tesoros genéticos silvestres, hace casi 8,000 años, el frijol fue domesticado en lo que ahora es México y en América del Sur, estos eventos de domesticación fueron seguidos por adaptaciones que resultan en variedades con características distintas.

En lo que hoy es México, el frijol común probablemente fue domesticado al mismo tiempo con maíz como parte del sistema de cultivo “milpa” (frijol común junto con el maíz y la calabaza), y fue adoptado en toda América. La domesticación llevó a morfológicos cambios, incluido el aumento de las semillas y el tamaño de las hojas, cambios en el crecimiento, respuestas de hábito y fotoperiodo, variación en el color de la testa de la semilla y el patrón que distingue las clases de frijoles culturalmente adaptadas. Eventos de domesticación independientes, a partir de genes distintos de una sola especie, proporcionan replicación experimental no típicamente encontrado en la domesticación o estudios evolutivos. Es posible deducir la historia de la domesticación en una escala de todo el genoma y examinar los roles de evolución paralela e introgresión durante la domesticación de dos linajes independientes dentro de una sola especie a historia de estos complicados eventos de domesticación y sus implicaciones para la mejora moderna del cultivo de frijol, informaron un genoma secuencial para un ecotipo andino de frijol común y un análisis de variación genética en accesiones que van desde México hasta Suramérica.. Además, con la genómica comparativa con soja (*Glycine max*), un cultivo estrechamente relacionado, se identificaron los efectos de poliploidías compartidas y dependientes del linaje en el fraccionamiento de genes y reciente expansión de elementos transponibles en el frijol común.

Por otro lado, los costos de la desnutrición son muy altos para los que la sufren y para la producción y desarrollo del país. Más de la tercera parte de las muertes de niños y niñas tienen su origen en la desnutrición. Los niños que sufren de desnutrición en sus primeros dos años de vida se encuentran en alto riesgo de ver afectado su desarrollo cognitivo, lo cual afecta la productividad y el crecimiento económico del país, además de recargar el sistema de salud nacional. La anemia en la infancia implica por sí sola una disminución de salarios en los adultos de un 2.5%. Los niños desnutridos tienen una mayor predisposición a contraer otras enfermedades (El Faro online 2014).

Lo anterior tiene implicaciones importantes para El Salvador, pues la desnutrición es seria para ciertos grupos de nuestra población, según se refleja en una reciente publicación del Banco Mundial llamada “Nutrición de un Vistazo, El Salvador”. Según ese estudio en nuestro país el 21% de los niños menores de cinco años casi uno de cada cuatro tiene retraso en el crecimiento, el 6% tienen peso inferior al normal y el 38% de los niños entre 6 y 24 meses sufren de anemia, (El Faro online 2014).

La organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) aseveró que la actual crisis económica y alimentaria que se vive en el mundo, ha hecho que la desnutrición y la pobreza extrema aumente considerablemente en El Salvador, (AGROSALUD 2010).

Según algunos expertos del Organismo Internacional, El Salvador tiene al 18.9 % de toda su niñez viviendo en condiciones de desnutrición crónica, a tal grado que afecta su crecimiento normal. Por otro lado, el 18 % de las mujeres de entre 15 y 49 años de edad, padecen también desnutrición. Se necesita hacer mucho en el tema de seguridad alimentaria nutricional, (FUSAL 2011). El problema de El Salvador, según la funcionaria, es que no sólo se trata de que el país es improductivo, sino que también, lo poco que tiene no es accesible para la mayoría de su población. Agregó que cuando se habla de seguridad alimentaria sólo se hace referencia a la falta de producción y hace énfasis en que este tema va más allá de eso y pasa también por apreciar si la gente puede tener acceso a los alimentos.

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue evaluar el comportamiento agronómico (adaptación, resistencia a patógenos y componentes del rendimiento) de líneas segregantes de frijol común, provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se está desarrollando desde el año 2015 en la Estación Experimental San Andrés No.1, ubicado en el municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, en la época de noviembre, se establecieron 250 semillas por población 1 (SCR 8 X SMC 37), 2 (SMC 44 X SCR 9), 3 (SCR 16 X SMC 40) y 4 (SMC33 X SCR16). En generación F1 de las líneas que pasaron hacer segregantes en F2 durante el año 2016 en donde se realizaron selecciones de plantas en un 50% por cada población, para el año 2017 se sembraron en la generación (F3), realizando nuevamente selecciones. Dichas poblaciones se realizaron con cruzamientos de líneas que poseen progenitores con código SMC (Sequia Minerales) pretendiendo que hayan heredado alto contenido de hierro y zinc a las nuevas generaciones de plantas.

Para el año 2017, en la época de agosto se estableció en surcos de 5 metros de largo y en selección individual, parcelas sin diseño experimental. Las variables a medir fueron: reacción al mosaico dorado amarillo, adaptabilidad de genotipos y rendimiento. El manejo agronómico fue realizado principalmente en el control de plagas como cortadoras y barrenadores, así como bacterias y hongos utilizando productos de etiqueta verde. La fertilización fue de 150 kg/mz de fórmula 18-46-00. Se realizaron cuatro riegos con

intervalos de ocho días cada uno. El criterio de selección fue: adaptabilidad, arquitectura de plantas, sanidad de hojas, tallos, y vainas; y color de grano rojo o negro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 presenta el avance de cuatro poblaciones biofortificadas segregantes provenientes del CIAT Colombia. En el inicio de esta filial F3 se produjeron condiciones ideales de lluvias y presión de mosca blanca típicas de la época. Se manifestaron reacciones resistentes al virus del mosaico dorado amarillo en todos los genotipos seleccionados de las 4 poblaciones, como también genotipos con reacciones susceptibles producidas bajo estas condiciones. Dentro de las selecciones realizadas, se descartaron un porcentaje alto de plantas en parte, debido a su hábito de crecimiento postrado, vainas mal formadas, calificaciones intermedias susceptibles a la sintomatología del virus del mosaico dorado amarillo, lo que indicó la falta de fuentes de resistencia en las líneas. Los resultados de las cuatro evaluaciones separadas mostraron que el 60% de las líneas dentro de las poblaciones de frijol resultaron susceptibles al mosaico dorado amarillo, y solo el 40.% mostró respuestas variables. Los principales progenitores que aportan la resistencia al virus del mosaico dorado amarillo contienen en las cuatro poblaciones bajos minerales en el grano, pero los progenitores con altos minerales en el grano de dichas poblaciones tienen como resultado reacciones de resistencia, intermedias a susceptibles. Esto sugiere que dentro de la recombinación genética, la resistencia está presente en genotipos con altos minerales, en la nueva generación de plantas, siendo lo ideal para la selección, pero también pueden tener resistencia parcial e inestable a dicho virus aunque posea un alto contenido de minerales estables a las diferentes épocas de evaluación, por lo cual se hace también objeto de selección.

Cuadro 1. Resultado de selecciones individuales de cuatro poblaciones biofortificadas segregantes a F3 en la época de septiembre San Andrés 1 2017.

Población 1: 200 líneas (SMR 8 X SMC 37)	Población 2: 110 líneas (SMC 44 X SCR 9)	Población 3: 75 líneas (SMC33 X SCR16)	Población 4: 150 líneas (SCR 16 X SMC 40)
LMC 37-8-1-1-1	LMC 44-9-1-1-1	LMC 33-16-1-1-1	LMC 40-16-1-1-1
LMC 37-8-1-1-2	LMC 44-9-1-1-2	LMC 33-16-1-1-2	LMC 40-16-1-1-2
LMC 37-8-1-1-3	LMC 44-9-1-1-3	LMC 33-16-1-1-3	LMC 40-16-1-1-3
LMC 37-8-1-1-4	LMC 44-9-1-1-4	LMC 33-16-1-1-4	LMC 40-16-1-1-4
LMC 37-8-1-1-5	LMC 44-9-1-1-5	LMC 33-16-1-1-5	LMC 40-16-1-1-5
LMC 37-8-1-1-6	LMC 44-9-1-1-6	LMC 33-16-1-1-6	LMC 40-16-1-1-6
LMC 37-8-1-1-7	LMC 44-9-1-1-7	LMC 33-16-1-1-7	LMC 40-16-1-1-7
LMC 37-8-1-1-8	LMC 44-9-1-1-8	LMC 33-16-1-1-8	LMC 40-16-1-1-8
LMC 37-8-1-1-9	LMC 44-9-1-1-9	LMC 33-16-1-1-9	LMC 40-16-1-1-9
LMC 37-8-1-1-200	LMC 44-9-1-1-110	LMC 33-16-1-1-75	LMC 40-16-1-1-150

CONCLUSIONES

Se han seleccionado dentro de las cuatro poblaciones SMR 8 X SMC 37, SMC33 X SCR16, SMC 44 X SCR 9 y SCR 16 X SMC 40, un total de 535 líneas resistentes al virus del mosaico dorado amarillo, todas ellas provenientes de progenitores con códigos SMC con alto contenido de Hierro y Zinc.

RECOMENDACIONES

Continuar avanzando y evaluando las 535 selecciones de plantas individuales dentro de las cuatro poblaciones SMR 8 X SMC 37, SMC33 X SCR16, SMC 44 X SCR 9 y SCR 16 X SMC 40 en tres épocas del año 2018.

Iniciar con muestras de grano para contenidos de Hierro y Zinc dentro de las selecciones de líneas de frijol más adaptadas agronómicamente por medio del laboratorio de química agrícola de CENTA.

Hacer las muestras de grano en campo, para determinar los contenidos de Hierro y Zinc tomando en consideración el protocolo de “altos minerales en el grano” sugerido por CIAT.

LITERATURA CONSULTADA

AGROSALUD. 2010. Biofortificación avanza en Latinoamérica. CIAT. Cali, Colombia.

Argueta, K. 2011. Cerca de 516 mil salvadoreños en riesgo nutricional. El salvador.com. San Salvador, El Salvador. 19 de abril: 15.

Desnutrición en El Salvador.2012. El Faro, San Salvador, El Salvador; 23 de enero: 10.

Fundación Salvadoreña para la Salud y el Desarrollo Humano (FUSAL). Reporte anual 2011. Libras de Amor. Reporte Anual San Salvador, El Salvador.



MEJORAMIENTO DE FRIJOL PARA CONDICIONES DE HUMEDAD LIMITADA EN EL SALVADOR

Aldemaro Clará Melara
Ovido Bruno Guadrón²

RESUMEN

Los límites de sequía terminal e intermitente disminuyen la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en todo el mundo. La tolerancia a la sequía existe, pero es difícil identificarla debido a la expresión inconsistente en todos los entornos. Nuestro objetivo fue identificar líneas de frijol con adaptación a las condiciones de humedad limitada. Este trabajo se realizó con tres experimentos, todos ellos en la Región Oriental de El Salvador en el “Centro de Desarrollo de Agricultura Familiar”, CEDAF en el departamento de Morazán. En la época de enero se establecieron 2 ensayos, los cuales fueron ERSEQ con 24 líneas entre rojas y negras con diseño de bloques completos al azar en 4 repeticiones y ALTEMP con 10 líneas rojas y 2 cariocas en 2 repeticiones. Para el mes de mayo se estableció un latice 5x5x3x4, denominado ALTEMP- EPR SEQUIA, todas ellas líneas avanzadas, provenientes del CIAT y Zamorano. En la siembra de Enero se suspendió el riego hasta la fase de floración generando posteriormente sequia intermitente, y es hasta la fase de llenado de vainas que se suspendió por completo. En el ensayo ERSEQ, las líneas más tolerantes fueron: SER 316, RS 814-26, USMR 20 y IBC 301-204. Con el ensayo ALTEMP las líneas más tolerantes fueron: SEF 43, SEF 44, SEF 49, SEF 56, SEF 10 y SEF 60, y con el ensayo ALTEMP- EPR SEQUIA las líneas más tolerantes fueron: SEF 54, SEF 59, SER 125, SEF 60, MEN 2201-64ML y SEN-56. La tolerancia a la sequía en frijol seco está garantizada, sin embargo se recomienda continuar evaluando los ensayos en la franja seca de El Salvador.

Palabras clave: frijol, humedad limitada, líneas avanzadas.

¹Ingeniero Agrónomo. Técnico Fitomejorador de Frijol del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA. aldemarocm@gmail.com

²Ovidio Bruno Guadrón. Ingeniero Agrónomo M.S.c en producción agraria. Técnico Fitomejorador de Frijol del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA. ovidiobruno@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La sequía es una afectación importante que limita el rendimiento de frijoles en todo el mundo. Las tierras altas de México y el noreste de Brasil ambos producen más de un millón de hectáreas de frijoles y puede tener rendimientos que caen por debajo de 0.4 t ha^{-1} (Beebe et al. 2010) debido al agua limitada. Los Estados Unidos también es un líder en la producción de frijoles y más de la mitad de su superficie cultivada en condiciones de secano que son cada vez más susceptibles a la sequía intermitente. El oeste región de los Estados Unidos mantiene la producción de frijoles en riego y, debido a la escasez de agua y los costos asociados con uso del agua, existe un cambio potencial hacia sistemas de riego limitados que son propensos a estrés por sequía intermitente. Sequía terminal ocurre en muchos países, en particular en los trópicos de tierras bajas, que siembran frijoles durante la temporada de lluvias.

A menudo, las lluvias cesan antes que el cultivo este en llenado de vainas, lo que resulta agua insuficiente hacia el fin de su crecimiento reproductivo (Frahm et al. 2004). Al abordar fenómenos de sequía intermitente y terminal, los mejoradores están aumentando los esfuerzos para incrementar las ganancias genéticas de los genotipos de frijol bajo condiciones de agua limitada (Beebe et al. 2010), programas de reproducción de frijoles secos en Michigan, Idaho y Nebraska ha centrado los esfuerzos de mejoramiento en tolerancia a sequía (Ramirez-Vallejo y Kelly, 1998; Singh, 2007; Urrea et al. 2009). Líneas tolerantes a la sequía desarrolladas para los ambientes tropicales se utilizan en la producción comercial (Teran y Singh, 2002; Beebe et al. 2010). Mientras líneas tolerantes a la sequía se han desarrollado a través de tradicionales métodos de evaluación, también existe un gran potencial para marcadores moleculares en mejoramiento, para acelerar la reproducción con tolerancia a la sequía. El estrés por sequía se manifiesta de manera diferente debido a la sincronización duración e intensidad del estrés hídrico limitante y puede ser amplificado por otros estreses como suelos pobres, enfermedades, y calor (Blum 2011). Muchos rasgos de la planta influyen en la tolerancia al estrés por sequía, incluido el patrón de enraizamiento (Sponchiado et al. 1989; Beebe et al. 2007), capacidad de distribución de una mayor proporción de carbohidratos para sembrar bajo estrés (Rao, 2001), la capacidad de establecer las vainas y llenar las semillas bajo estrés (Ramirez-Vallejo y Kelly, 1998; Beebe et al. 2007; Singh, 2007), conductancia estomática reducida, el área foliar, y la capacidad de mantener la turgencia a través de la osmosis para un ajuste en la planta (Beebe et al. 2010).

La selección para rendimiento de grano bajo estrés proporciona la mejor oportunidad para mejorar la tolerancia al estrés abiótico a través de la reproducción tradicional (Frahm et al. 2004; Muñoz-Perea et al. 2006; Beebe et al. 2007).

En El Salvador, en ambientes del trópico bajo e intermedio, un patrón bimodal de lluvias permite dos épocas de producción; en la primera época (mayo a julio) ocurre la mayor precipitación, mientras que en la segunda época postrera (de agosto a octubre) la precipitación es limitada. Más del 90 % del área cultivada con frijol en El Salvador se siembra en postrera bajo el sistema de relevo después de maíz, *Zea mays* (Rosas et al. 1991). El área de producción de frijol en El Salvador se incrementa cuatro veces durante

la postrera en comparación con la primera, pero el rendimiento es del 50 % debido a sequía terminal (Cotty *et al.* 2001). Por otra parte, dependiendo de la duración y magnitud de la sequía, la capacidad del suelo para almacenar agua para la raíz, las condiciones atmosféricas que influyen en la tasa de evapotranspiración y de la constitución genética del cultivar, puede ocasionar pérdidas de 20 o hasta 100% en el rendimiento de frijol (Castañeda *et al.* 2006; López *et al.* 2008).

Las organizaciones de productores agropecuarios estiman que las pérdidas en la cosecha 2014/2015 de granos básicos suman alrededor de 12 millones de quintales debido a la sequía en la cosecha primera, las lluvias durante la cosecha postrera y por el fuerte oleaje de septiembre pasado. (La prensa gráfica, 2011).

Según esta fuente, el fenómeno El Niño, que reduce la frecuencia de las lluvias, ha afectado al país con intensidad moderada, de acuerdo con las autoridades y la proyección es que el clima seco continuará hasta finales de 2015, por lo que los granos que se perderían de la primera cosecha representan el 75 % de la producción nacional. junio se ubica en el tercer lugar de los meses más secos de la historia del país, informó el Ministerio de Medio Ambiente. Ese mes concluyó que, con un promedio de lluvia acumulada de 192 milímetros (mm), cuando lo usual es que en junio se desarrolle por completo la estación lluviosa y se descarguen 325 mm de lluvia, según el promedio histórico nacional. Los promedios actuales hacen de Junio el mes con más humedad limitada desde el año del 2001. La sequía afecta con mayor intensidad oriente y la zona costera paracentral del país. En oriente, por ejemplo, se registran canículas de 16 días consecutivos sin lluvia.

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo identificar líneas de frijol con adaptación a las condiciones de humedad limitada, por su resistencia al estrés hídrico e identificar los que muestren mayor eficiencia en el rendimiento y determinar que componente de rendimiento asocia a una mayor producción de grano en condiciones de humedad limitada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2017 en el Centro de Desarrollo Familiar para la Agricultura Familiar (CEDAF), ubicado en el cantón El Rosario, municipio de San Francisco Gotera, departamento de Morazán, en el mes de enero se establecieron dos ensayos y en mayo se estableció un ensayo con líneas de frijol común provenientes del CIAT, Colombia y Zamorano Honduras. A continuación se detallan los ensayos:

Ensayo 1. Denominado ERSEQ conformado por 23 líneas con códigos SEN, SER, SEF y SCR con tolerancia a humedad limitada mas 2 testigos (AMADEUS 77 y ROJO DE SEDA). Está conformado por 4 repeticiones, distribuidos en línea por surco de 5m con un diseño estadístico de bloques completos al azar y así mismo un vivero ALTEMP conformado por 12 líneas experimentales con códigos SEF y SMC con tolerancia a humedad limitada en 2 repeticiones para una mejor observación. Se establecieron en el mes de enero.

Ensayo 2. Denominado Ensayo preliminar de rendimiento para humedad limitada (EPR-ALTEMP) con 25 líneas seleccionadas por su buena reacción a la humedad limitada del ensayo ERSEQ y el vivero ALTEMP, se utilizaron dos testigos locales (CENTA PIPIL y CENTA CPC) con un diseño latice de 5x5x3x4. La unidad experimental se conformó por 4 surcos de 4 metros de largo espaciados a 0.60 metros para una área de 9.6 m², sembrados en el ciclo de mayo a julio.

Dentro del manejo agronómico se aplicó después de la siembra una mezcla de los herbicidas Pendimetalina (1.5 l/mz) más glifosato 35.6 SL (2 l/mz), para en control de malezas. La fertilización se realizó a la emergencia del cultivo a razón de 130 kg/ha de la fórmula 18-46-00 y se realizaron aplicaciones de mezclas de insecticidas, fungicidas y fertilizante foliar, cada 8 días a partir de la emergencia para prevenir el ataque de insectos y hongos.

Las variables evaluadas a los experimentos y sus fases respectivas se describen a continuación en el cuadro 1:

Cuadro. 1 Principales variables evaluadas a los ensayos de mejoramiento.

VARIABLES A EVALUADAS	FASES DE LA PLANTA
Días a floración y formación de vainas (DAF)	R6-R7
Reacción a enfermedades más sequia (DOR)	R6-R7
Días a madurez fisiológica (MAD)	R9
Rendimiento de grano (REN)	MADUREZ DE COSECHA
Color de grano (COLOR) (esta variable se realiza con una tabla de diferentes tonos de colores rojos enumerados del 1 al 9, en donde 1 es el tono “claro”, mas comercial y 9 es el tono “oscuro” menos comercial)	R9 Y MADUREZ DE COSECHA.

R6 (fase de floración), R7 (fase de formación de vainas), R9 (fase madurez de planta)

A continuación, se presentan el acumulado mensual de lluvia desde el mes de mayo a julio del 2017.

Cuadro 2. Acumulado mensual de precipitación y promedio de temperatura mensual CEDAF Morazán mayo a noviembre 2017.

MESES	PRECIPITACIÓN (mm)
mayo	240
junio	314
julio	157
agosto	350
septiembre	210

octubre	118
noviembre	75
TOTAL	1,464.00

Cuadro 3. Acumulado mensual de temperatura CEDAF Morazán mayo a noviembre 2017.

DIAS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	19	18	18	18	15	15	16
2	18	18	19	18	17	16	17
3	21	18	18	17	17	16	17
4	19	18	20	17	15	16	15
5	21	19	18	17	17	15	17
6	20	20	18	18	16	16	16
7	19	18	18	17	17	17	17
8	20	18	19	18	17	16	17
9	21	18	18	17	16	15	15
10	20	18	18	18	15	16	17
11	19	18	20	17	16	16	17
12	20	20	18	17	17	17	17
13	21	18	19	18	16	15	15
14	19	19	18	17	17	16	16
15	20	18	18	17	17	15	16
16	21	18	18	18	16	16	17
17	19	20	19	18	17	15	15
18	18	19	18	18	16	17	16
19	19	18	20	17	16	16	17
20	19	20	18	17	17	16	17
21	21	18	19	18	16	17	17
22	20	18	18	18	15	16	17
23	20	20	20	17	16	15	16
24	21	18	18	18	16	15	16
25	21	19	20	17	17	16	15
26	21	20	18	18	15	16	17
27	19	18	18	17	16	15	16
28	20	18	18	18	17	15	17
29	21	19	18	18	17	16	16
30	19	18	20	17	17	16	15
31	18		18	18		15	16

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 3 presenta las 4 líneas seleccionadas del ERSEQ. Las líneas tolerantes fueron capaces de adaptarse al estrés de la sequía intermitente, mostrando precocidad y mayores rendimientos. Bajo el estrés de sequía, fue más efectivo y eficiente la selección con respecto a los genotipos susceptibles que anduvieron muy bajos en rendimiento y adaptabilidad. La línea SER 316, obtuvo el mayor rendimiento con 1423.00, Kg/ha

superando al testigo mejorado AMADEUS 77 por 354 Kg/ha, y las líneas RS 814-26, USMR 20 y IBC 301-24 obtuvieron seguidamente rendimientos superiores al testigo mejorado; la variedad ROJO DE SEDA fue ligeramente superada con 68 Kg/ha por el testigo mejorado.

Cuadro 3. Resultados de las variables evaluadas en el ERSEQ, mes de enero. CEDAF Morazán 2017.

Identificación	DAF	DOR	MAD	REN	COLOR
SER 31 6	35	1	66	1,423.00 A	3
RS 814-26	36	1	65	1,308.00 A	3
USMR 20	36	1	65	1,114.00 AB	3
IBC 301-204	35	1	66	1105.00 AB	3
AMADEUS 77	36	1	66	1069.00 AB	3
ROJO DE SEDA	34	1	65	1001.00 AB	2

Alfa (0.05)

El cuadro 4 muestra los resultados de las 7 mejores líneas del vivero ALTEMP. De hecho, la madurez posterior se asoció con el menor rendimiento y representa una falta de adaptación bajo estrés de sequía intermitente. Esta madurez tardía, ha indicando la falta de adaptación en respuesta a la sequía intermitente, y por el contrario las líneas de maduración temprana, presentadas en el cuadro pudieron evitar la sequía provocada. Estas mismas líneas fueron madurando más tarde sin sequía. Este resultado indica que la selección para rendimiento bajo sequía intermitente, no mejorar el rendimiento sin estrés o viceversa con respecto a los materiales precoces. Por lo tanto, al menos para las líneas tempranas, el rendimiento en ambos ambientes sería una estrategia necesaria para mejorar rendimiento en condiciones de estrés y sin estrés. La línea con mayor rendimiento fue la SEF 44 con 1,901.00 Kg/ha y la línea con menor rendimiento fue la SEF 60 con 1,203.00 Kg/ha, estas líneas junto a las demás se mostraron más precoces y con rendimientos muy aceptables.

Cuadro 4. Resultados de las variables evaluadas en el ALTEMP, mes de enero. CEDAF Morazán 2017.

Identificación	DAF	DOR	MAD	REN Kg/mz	COLOR
SEF 43	35	1	66	1,901.00	3
SEF 44	36	1	65	1,724.00	3
SEF 49	36	1	65	1,670.00	3
SEF 56	35	1	66	1,328.00	3
SEF 10	36	1	66	1,319.00	3
SEF 10-1	34	1	65	1,217.00	2

SEF 60	35	1	64	1,203.00	2
--------	----	---	----	----------	---

El cuadro 5 muestra los resultados de las seis mejores líneas del vivero EPR-ALTEMP. La precipitación en este periodo fue alta, fuera de lo normal de lo tradicional como parte del corredor seco. En la realidad no se presentó la oportunidad de desarrollar estrés por sequía intermitente o severa (Cuadro 1). En todo el periodo, la mayoría de lluvia desde mayo hasta septiembre ocurrió antes de la floración, lo que no permitió, como mínimo, estrés de sequía. El suelo con una pendiente del 10% sufrió de escorrentías fuertes afectando las líneas con pérdidas de plantas, en algunos casos por completo. Se tuvo, 314 mm de lluvia acumulada durante la temporada de crecimiento (junio); sin embargo, menos de la mitad de esta precipitación ocurrió después de la floración. Aun así, se logró una baja afectación de sequía. En 2016, más de la mitad de la lluvia acumulada ocurrió solo en la etapa de crecimiento y en floración se logró tener una buena afectación por sequía terminal con estas líneas. La variedad CENTA PIPIL mostró el mejor rendimiento, considerando que el resto de líneas perdieron al menos la mitad o un tratamiento completo, es por ello que los rendimientos fueron muy bajos.

Cuadro 5. Resultados de las variables evaluadas en el EPR-ALTEP, mes de mayo. CEDAF Morazán 2017.

Identificación	DAF	DOR	MAD	REN	COLOR
CENTA PIPIL	35	1	66	313.00	3
SEF 54	36	1	65	279.00	3
SEF 59	36	1	65	232.00	3
SER 125	35	1	66	215.00	3
SEF 60	36	1	66	198.00	3
MEN 2201-64ML	34	1	65	172.00	NEGRO OPACO
SEN 56				147.00	NEGRO OPACO

CONCLUSIONES

Para el ensayo ERSEQ las líneas rojas que toleraron por más tiempo a la sequía intermitente en la época de enero 2017 en CEDAF Morazán fueron: SER 316, RS 814-26, USMR 20, IBC 301-204, SCR 76, SEF 9, BFS 129, RIA 59, SCR 23, y RIA 9.

En la época de mayo las líneas ALTEMP que se identificaron con tolerantes a sequía y buena adaptabilidad agronómica en la época de enero 2017 fueron: SEF 43, SEF 44, SEF 49, SEF 56, SEF 10, SEF 10-1 y SEF 60.

En la época de mayo las líneas del ensayo ALTEMP-EPR SEQUIA que se identificaron con buena adaptabilidad agronómica fueron: SEF 54, SEF 59, SER 125, SEF 60, MEN 2201-64ML y SEN56.

RECOMENDACIONES

En el ensayo ALTEMP- EPR SEQUIA se recomienda para el año 2018, continuar evaluando las líneas rojas y negras con su máximo potencial de rendimiento en condiciones normales de lluvias y saber si las líneas: SEF 54, SEF 59, SER 125, SEF 60, MEN 2201-64ML y SEN56 manifiestan tolerancia a un factor biótico.

En el ensayo ERSEQ de frijoles rojos y negros se recomienda para el año 2018 continuar evaluándolas, y corroborar si las líneas: SER 316, RS 814-26, USMR 20, IBC 301-204, SCR 76, SEF 9, BFS 129, RIA 59, SCR 23, y RIA 9 mantienen su buen comportamiento para condiciones de sequía en el corredor seco de El Salvador.

LITERATURA CONSULTADA

Acosta-Gallegos, J. A; Kohashi-Shibata, J. 1989. Effect of water stress on growth and yield of indeterminate dry-bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. Cali, Colombia Field Crop Res. 20:81-93.

Beebe, S.E., I.M. Rao, M.W. Blair, and J.A. Acosta-Gallegos. 2010. Phenotyping common beans for adaptation to drought. In: J.M. Ribaut and P. Monneveux, editors, Drought phenotyping in crops: From theory to practice. Special Issue on Phenotyping. Generation Challenge Programme, El Batán, Texcoco, México, p. 311–334

Castañeda, S. M. C. 2015. Respuestas fisiológicas, rendimiento y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. Interciencia. 31(6):461-466.

Cotty, D. 2001. Indicadores Básicos sobre los desempeños Agrícola 1971-2000. Proyecto de Información Agrícola y Análisis de Políticas. Zamorano. Honduras.

Cosecha suma 129 millones de quintales en pérdidas según productores. 2011. La Prensa Gráfica, San Salvador, El Salvador; 11 de noviembre: 14.

Sequia afecto el 75% de los cultivos de El Salvador. 2015. La Prensa Gráfica, San Salvador, El Salvador; 07 de enero: 15.

Frahm, M.A., J.C. Rosas, N. Mayek-Pérez, E. López-Salinas, J.A. Acosta-Gallegos, and J.D. Kelly. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics.

López-Collado, C. J. 1998. Interpretación de resultados de los análisis químicos de suelos agrícolas. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. Campus Veracruz. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. 45 p.

Rosas, JC; J. 1991. Mejoramiento del frijol común mediante enfoques participativos en Honduras. Agronomía Mesoamericana 14(1):1-9.

Ramirez-Vallejo, P., and J.D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Burkina, Africa.

Urrea, C.A., C.D. Yonts, D.J. Lyon, and A.E. Koehler. 2009. Selection for drought tolerance in dry bean derived from the Mesoamerican gene pool in western Nebraska. *Crop Sci.* 49:2005. doi:10.2135/cropsci2008.12.0694.

Ramirez-Vallejo, P., and J.D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Culiacan, Mexico.

Sponchiado, B.N., J.W. White, J.A. Castillo, and P.G. Jones. 1989. Root growth of four common bean cultivars in relation to drought tolerance in environments with contrasting soil types. CIAT, Colombia.



ENSAYO REGIONAL DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) GRANO ROJO Y NEGRO, EN EL SALVADOR 2017.

Juan Ramón Parada Cardona¹
Rolando Ventura Elías²

RESUMEN

Con la finalidad de seleccionar líneas de frijol común que se adapten a diferentes ambientes en El Salvador y con énfasis en la tolerancia a altas temperaturas y humedad limitada, en el año 2017 se establecieron ensayos en cinco localidades ubicadas en las Regiones Central y Occidental. El diseño estadístico utilizado fue de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones, evaluando 7 líneas avanzadas de frijol rojo, más un testigo comercial CENTA EAC; La Estación Experimental contó de cuatro surcos de 5 m de largo, distanciamiento entre surco 0.60 m y 0.2 m entre postura. El ANVA realizado a las variables: DF, MF, VP y GV, no encontró diferencia significativa al 1%. Con base a los rendimientos en el análisis combinados, los mejores tratamientos en estudio fueron: SBCF 16229-14-1-1-15 (1,530.79 Kgha⁻¹), CENTA EAC (1,516.76 Kgha⁻¹), SBCF 16229-14-1-1-14 (1,516.48 Kgha⁻¹) y SER 323(1,493.61 Kgha⁻¹). Mientras que en las localidades donde hubo humedad limitada la línea SER 323 mostró mejor adaptabilidad a condiciones adversa de clima, obteniendo mejor rendimiento 1,732.54 (Kgha⁻¹) superando en un 16.55% al testigo CENTA EAC. Las líneas con mayor rendimiento y buenas características agronómicas, según análisis estadístico fueron SBCF 16229-14-1-1-15 y la SER 323, con la diferencia que la línea SER 323 es tolerante a humedad limitada, según el comportamiento de las líneas evaluadas la que presentó mejores características agronómicas y de adaptabilidad fue la línea SER 323 la cual deberá validarse en campo de productores.

Palabras claves: Rendimiento, ambiente y características.

¹Ing. Agr. Técnico Investigador Programa Granos Básicos/CENTA, El Salvador, C.A.
e-mail: juan.parada@centa.gob.sv

²Ing. Agr. Técnico Investigador Programa Granos Básicos/CENTA, El Salvador, C.A.
e-mail: rolando_ventura@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para El Salvador, de los granos básicos el frijol ocupa el segundo lugar en importancia, después del maíz participando en el periodo 2015-2016 con un 23% de áreas de siembras equivalente 160,019 manzanas, (MAG 2015-2016). En el cuarto censo agropecuario del país realizado en el 2007-2008; indica que los granos básicos son cultivados por pequeños productores, siendo estos el 82% a nivel nacional, (ME 2007-2008).

El frijol común se implementa en tres épocas la primera mayo-junio llamada invierno, la segunda en agosto o postrera y la de noviembre-diciembre o de apante, la invierno participa con el 4% de área de siembra, la de postrera con el 95% y la apante con el 1%, (ENAPM 2015-2016).

No todas las regiones del país siembran áreas equivalentes, la de mayor aporte en área de siembra es la región uno (Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate) con un 36%, y la región de menor participación es la región tres (La paz, Cabañas y San Vicente) con un 14%. La siembra es dominada por el frijol color rojo, con una participación nacional del 97%, seguida del frijol grano negro con 2.5% y grano blanco solo participa con 0.5%. La importancia del rubro es indiscutible, aunque existen factores que inciden negativamente y agravados por el cambio climático, por lo que se plantea el objetivo de la continua evaluación de variedades promisorias, en rendimiento, tolerancia o resistencia a enfermedades mediante la metodología de ensayos regionales, en diferentes ambientes y épocas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo agrícola 2017, en finca de productores, época de agosto-septiembre se implementaron los ensayos de frijol grano rojo (Cuadro 1)

Cuadro 1. Localidades de ensayos regionales de frijol grano rojo, época de agosto 2017.

UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS REGIONALES EPOCA DE AGOSTO					
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTON	COORDENADAS GEOGRAFICAS	MSNM	ENSAYO/COLOR
SONSONATE	IZALCO	TALCOMUNCA	N 14°03'59.74" O 89°44'28.68"	671	ROJO
LA LIBERTAD	CIUDAD ARCE	SANTA ROSA	N 14°03'02.49" O 89°39'42.18"	854	ROJO
SANTA ANA	EL PORVENIR	EL PORVENIR	N 14°01'19.12" O 89°39'06,32"	804	ROJO
LA LIBERTAD	CIUDAD ARCE	SAN ANDRES	N 13°48'13.28" O 89°23'40.78"	461	ROJO
LA LIBERTAD	SAN JUAN OPICO	LOMAS DE SANTIAGO	N 13°50'11,50" O 89°22'14.20"	578	ROJO
TOTAL DE ENSAYOS AGOSTO					5

Cuadro 2. Genotipos evaluados en ensayos regionales de frijol grano rojo durante el ciclo 2017.

No TRAT.	GENOTIPO	COLOR DE GRANO	No TRAT.	GENOTIPO	COLOR DE GRANO
1	CENTA EAC (T)	3	5	SBCF 16229-14-1-1-14	5
2	SBCF 16229-14-1-1-5	5	6	BCR 122-49	4
3	SBCF 16229-14-1-1-15	4	7	SBCF 16229-14-1-1-16	3
4	SER 323	3	8	SBCF 16229-14-1-1-7	4

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, Cada Estación Experimental conformada por 4 surcos de 5 metros de largo, distanciamiento entre surco de 0.60 m y entre posturas de 0.20 m, generando 10 plantas por metro lineal, el área útil fue de 12 m².

Las variables en estudio fueron: días a flor (DAF), madurez fisiológica (MF), rendimiento en Kg ha⁻¹ (REND), color de grano (CG), utilizando la cartilla para evaluación de color, (Melgar 2004). Se realizaron análisis de varianza y Prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 3. Se presentan los resultados promedios de producción en (Kg.ha⁻¹) por localidad y genotipo evaluado.

GENOTIPO	SAN ANDRES	EL PORVENIR	LOMAS DE SANTIAGO	TALCOMUNCA	SANTA ROSA	Σ	X
CENTA EAC (T)	1496,98	1507,78	1402,33	1850,01	1326,70	7583,80	1516,76
SBCF 16229-14-1-1-5	1030,77	1950,79	1408,71	1501,28	1308,94	7200,49	1440,10
SBCF 16229-14-1-1-15	975,12	1882,53	1528,21	2037,31	1230,80	7653,97	1530,79
SER 323	1732,54	1292,49	1341,24	1511,88	1589,91	7468,06	1493,61
SBCF 16229-14-1-1-14	1566,56	1838,53	1549,41	1415,77	1212,13	7582,39	1516,48
BCR 122-49	1338,42	1567,86	1270,56	1584,02	1184,81	6945,68	1389,14
SBCF 16229-14-1-1-16	915,01	1677,44	1435,32	1497,55	1418,54	6943,86	1388,77
SBCF 16229-14-1-1-7	638,14	966,51	1258,31	1344,50	1079,18	5286,64	1057,32
Σ	9693,53	12683,93	11194,09	12742,32	10351,01	56664,88	11332,98
X	1211,69	1585,49	1399,26	1592,79	1293,87	7083,11	1416,62

LOCALIDADES/REND Kg.ha ⁻¹					μ
SAN ANDRES	EL PORVENIR	SAN J. OPICO	IZALCO	SANTA ROSA	1,416
1,211	1,585	1,399	1,592	1,293	

Los resultados identificados en el (cuadro 3) define que los mejores rendimientos por localidad son; Talcomunca y El Porvenir con valores de 1,592.79 y 1,585.49 kg.ha⁻¹ respectivamente, producto de ser los lugares con una buena distribución de lluvia (cuadro 6) durante el ciclo del cultivo, contrario a las localidades de Lomas de Santiago y Santa Rosa que durante el ciclo se caracterizó por deficiencia, y la agravante de exceso de lluvia en los periodos de floración, quedando en último lugar San Andrés con 1,211.69 kgha⁻¹ , y que registra los valores con mayor deficiencia de lluvia.

Cuadro 4. Principales características agronómicas en la evaluación de los ensayos regionales de frijol rojo época agosto, 2017

LÍNEAS	Kgha⁻¹	DAF	MF	V/P	G/V	CG
SBCF 16229-14-1-1-15	1530.79 A	30.93	61.47	18.23	5.65	5
CENTA EAC (T)	1516.76 A	34.07	64.47	19.15	6.27	3
SBCF 16229-14-1-1-14	1516.48 A	30.67	61.27	18.87	5.87	5
SER 323	1493.61 A	30.80	61.27	18.23	5.81	5
SBCF 16229-14-1-1-5	1440.10 A	34.33	64.67	17.89	5.89	3
BCR 122-49	1389014 A	34.20	64.40	17.76	5.98	4
SBCF 16229-14-1-1-16	1388.77 A	31.53	61.80	17.67	5.86	3
SBCF 16229-14-1-1-7	1097.33 B	32.13	62.73	16.47	5.70	3
X	1416.62	32.33	62.76	18.68	5.87	3.87
SIGNIFICANCIA	*	**	**	ns	**	
LOCALIDADES	5					

* = Significancia de los tratamientos al 0,05 de probabilidad. ** = Significancia de los tratamientos al 0,01 de probabilidad. DAF: días a floración; MF: madurez fisiológica; V/P: vainas por planta; G/V: granos por vaina; CG: color de grano.

Cuadro 5. Contenido de Fe y Zn (ppm), de los germoplasmas evaluados 2017.

GENOTIPOS	CONTENIDO DE Fe	CONTENIDO DE Zn
CENTA EAC (T)	55.70	29.45
SBCF 16229-14-1-1-5	54.10	30.45
SBCF 16229-14-1-1-15	53.85	29.85
SER 323	54.95	29.85
SBCF 16229-14-1-1-14	54.80	30.70
BCR 122-49	54.55	31.20
SBCF 16229-14-1-1-16	50.90	30.20
SBCF 16229-14-1-1-7	55.65	31.70

Fuente: Laboratorio de química agrícola CENTA.

En cuadro 5. Se presentan los contenidos de Fe y Zn de los ocho materiales en estudio presentando homogeneidad en los porcentajes de estos dos elementos.

Cuadro 6. Cantidad de lluvia (mm), acumulado cada 10 días por localidad, época agosto 2017.

F/S	LOCALIDAD	DDS/mm						
		0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	0-60
16 AGOS	SAN ANDRES	48	38	44.4	81	63	46	33
25 AGO	EL PORVENIR	83	118	173	77	62	49.5	0
29 AGO	LOMAS DE SANTIAGO	43	53	88	122	10	39	20
05 SEPT	SANTA ROSA	51	90	123	23	39	20	0
07 SEPT	TALCOMUNCA	139	290.5	131	51.5	74	1.5	0

Fuente: Gerencia de Transferencia, (red pluviométrica de agencias de extensión).

Se presenta en cuadro 6, los datos de distribución de lluvia acumulada cada 10 días por localidad donde se implementaron los ensayos, siendo Lomas de Santiago y Santa Rosa las que presentaron mayor deficiencia de lluvia durante el ciclo del cultivo durante las etapas reproductiva.

El análisis de varianza indica que las variables, DAF y MF estadísticamente no presentan diferencias significativas, en función de rendimiento todas las líneas son estadísticamente iguales, excepto la SBCF 16229-14-1-1-7 que obtuvo el menor rendimiento. Por cultura de aceptación el color rojo de frijol deberá ser equivalentes al nivel 3 (Melgar, 2004), característica que cumple SER 323 y con su atributo a tolerancia a sequía, fenómeno coincidente con el mejor rendimiento en la localidad más deficiente en lluvia (cuadro 5). Imprescindible es aunar esfuerzos para mejoramiento de vida de las familias y en búsqueda de contenido de hierro y zinc (cuadro 6). Ninguna línea se puede considerar biofortificada.

CONCLUSIONES

La línea de mejor rendimiento es la SBCF 16229-14-1-1-15, presentando un color de grano rojo oscuro en la escala 5, siendo poco atractivo para el mercado y su contenido nutricional es convencional como todas las líneas en estudio.

La línea con mejor tolerancia a la deficiencia de lluvia, y estadísticamente igual a la más promisoría en rendimiento, fue la SER 323.

RECOMENDACIONES

Continuar la evaluación de las mismas líneas para confirmar el comportamiento bajo condiciones de clima diferente.

LITERATURA CONSULTADA

DIGESTYC (Dirección General de Estadística y Censos, El Salvador). 2010. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. San Salvador, El Salvador.

IV Censo Agropecuario, (2007-2008). Ministerio de Economía. El Salvador.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2015-2016. Anuario de Estadística Agropecuarias. Santa Tecla, El Salvador.

Melgar, H. 2004. Cartilla para Evaluar color de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Zamorano-FDN-PPB-MA-Bean Cowpea CRSP-USAID.



VALIDACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL SALVADOR, 2017.

Juan Ramón Parada Cardona¹
Rolando Ventura Elías²

RESUMEN

En El Salvador, el cultivo de frijol es de gran importancia, pero su producción cuenta con muchos problemas de enfermedades, plagas, y condiciones climáticas desfavorables, que influyen fuertemente en la reducción de la productividad del cultivo, esta situación provoca fragilidad en la economía de los agricultores nacionales, por tal razón el CENTA evalúa materiales de frijol que cuenten con las características que contrarresten las condiciones desfavorable para su producción. El presente estudio de validación de las líneas de frijol SER 322 grano rojo y la línea BRT 943-20 grano negro fueron sembradas en las zonas tradicionales frijoleras de El Salvador en los departamentos de Sonsonate, Ahuachapán, Santa Ana, San Salvador y San Miguel, en la época de (agosto-septiembre) del año 2017. Se estableció un total de 18 parcelas de línea roja y 20 de la línea negra. El diseño experimental utilizado fue parcelas apareadas en donde el testigo se utilizó la variedad que siembra el agricultor, el área de cada parcela fue de 1000 m². Manejadas por la tecnología del agricultor. Se tomaron datos sobre características agronómicas, culinarias y de rendimiento. Durante el ciclo del cultivo se realizaron giras internas en las diferentes localidades, se pasaron encuestas, de las cuales 24 fueron para el material rojo y 21 para el negro. Las características que más gustaron de SER 322, tolerancia a sequía y altas temperaturas 37.5% y mejor arquitectura 37.5%. Para las características culinarias fueron, más blando 25%, sopa de mejor sabor y más espesa con un 50% y 25% respectivamente. Respecto a la característica de rendimiento el promedio del testigo fue de 638.15 Kgha⁻¹ y el promedio de rendimiento de la línea SER 322 fue 989.86 Kgha⁻¹, lo que determina que el testigo local fue superado en 35.53%. Para la línea negra las características que más gustaron, mayor sanidad 42.84%, menos tardía 14.28%, mejor arquitectura 28.56%, mejor sabor y menos tiempo de cocción con 50% y 25% respectivamente. Respecto a la característica de rendimiento el promedio del testigo fue de 647.57 Kgha⁻¹ y el promedio de rendimiento de la línea BRT 943-20 fue 1,050.35 Kgha⁻¹, lo que determina que el testigo local fue superado en 38.34%.

Palabras clave: Rendimiento, agronómicas y culinarias.

¹Ing. Agr. Técnico Investigador Programa Granos Básicos/CENTA, El Salvador, C.A.
e-mail: juan.parada@centa.gob.sv

²Ing. Agr. Técnico Investigador Programa Granos Básicos/CENTA, El Salvador, C.A.
e-mail: rolando_ventura@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En El Salvador el cambio climático afecta la producción de frijol, las principales limitaciones de la producción registradas son las prácticas agronómicas deficientes, la escasa fertilidad de los suelos, el estrés de agua, la competencia de malezas y el daño causado por plagas y enfermedades (CIAT 1994). Fenómeno agravado por una frontera agrícola sin regulación, incremento de asentamientos humanos, requiere estrategias inmediatas como contar con variedades con tolerancia a altas temperaturas y limitantes hídricas, no importando colores de granos pero que sean herramientas ante los cambios potenciales del clima. En los últimos años el frijol color negro tiene poca participación en el mercado local, en el año agrícola 2015-2016, registra un área de siembra de 4,360 mz con un rendimiento global de 56,781 qq de estas el 86% ubicadas en los departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, es de mencionar que durante el año 2015 se registra una importación de frijol color negro con un volumen de 2, 501,887 Kg, y de frijol color rojo 20, 377,761 kg, (MAG 2015-2016).

(CEPAL, 2010). Plantea que el futuro de niveles de lluvia es incierto, para El Salvador el escenario menos pesimista considera una disminución entre 10 a 13% y el más pesimista sugiere una disminución en la precipitación entre 27 a 32%. En el 2100 algunos escenarios proyectan que el clima aumentará entre 2°C a 5°C. Lo anterior implica estudiar y seleccionar variedades de frijol grano rojo y negro que respondan a las condiciones adversas de clima y suelo, por esa razón se evalúan, líneas de frijol con el atributo de tolerancia a la sequía y una con tolerancia a altas temperaturas, la primera SER 322 (SER 155Xrcb 234)F1 X (MIB 451Xmib 487)F1/-5S-2S-3S-MS es una línea de frijol color rojo claro, con un hábito de crecimiento Iib arbustivo guía larga, 34 días a floración, 70 días a madurez fisiológica, tolerante al virus del mosaico dorado amarillo y resistente a la humedad limitada y la segunda BRT 943-20 (Aifi Wuriti/IBC 306-55) es de color negro brillante con hábito de crecimiento Iib arbustivo, 35 días a floración, 71 días a madurez fisiológica, con tolerancia al virus del mosaico dorado amarillo, y resistente a altas temperaturas, en los resultados del año 2016 para la época de mayo los mejores promedios se presentaron en las localidades, El Coco con 2,433.14 Kgha⁻¹ y El Triunfo con 2,281.22 Kgha⁻¹, para la época de agosto los mejores promedios por localidad fueron Ciudad Arce y El Triunfo con 2,103.20 y 2,521.22 Kgha⁻¹ respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de validación se realizó en los departamentos de San Miguel, San Salvador, Sonsonate, Santa Ana y Ahuachapán. Se establecieron 24 parcelas de la línea SER 322 grano color rojo y 26 parcelas de BRT 943-20 grano color negro, con un diseño experimental de parcelas apareadas, los resultados se analizaron a través de la prueba de “t” y del incremento mínimo significativo (IMS) para determinar las ventajas de las tecnologías propuesta. Las dos líneas se compararon utilizando como testigo la variedad que siembra el agricultor .Se establecieron en la época de agosto-septiembre (postrera), El área para cada parcela fue de 1000 m² bajo el manejo de la tecnología del agricultor, la distribución de las parcelas por germoplasma y localidad se describe en cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de parcelas de validación de las líneas SER 322 y BRT 943-20 época agosto septiembre, El Salvador 2017.

AGENCIAS	SER 322	BRT 943-20
Sonsonate	8	3
Ahuachapán	4	6
Chalchuapa	2	3
Atiocoyo	5	5
Tacuba	5	5
San Miguel	0	4
TOTAL	24	26

La toma de datos se realizó mediante un instructivo específico de validación de las dos líneas en estudio, el cual contaba con dos áreas la primera hacía referencia a las características agronómicas, longitud del ciclo, hábito de crecimiento, tolerancia a enfermedades, sequía, tamaño, nivel de color y rendimiento. La segunda referente a características culinarias, como tiempo de cocción, sabor color y espesura de sopa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las parcelas de validación se establecieron en campos de productores bajo su manejo, de este estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

Para las características de rendimiento, la línea ser 322 fue mejor en 15 de las 18 localidades evaluadas representando un 83.33 % de los promedios de producción (Cuadro 2), al analizar los promedios de rendimientos la línea en estudio superó en un 55.11% al testigo que agricultor siembra comúnmente lo cual representa incremento de 351.71 Kgha^{-1} al utilizar la tecnología propuesta por CENTA.

Cuadro 2. Rendimiento en Kg/ha¹ de 18 parcelas de validación de la línea SER 322 y variedades locales, implementadas en la época de agosto-septiembre 2017.

No	Municipio	Cantón	Nombre del Productor	Testigo Utilizado	Rendimiento, costos y beneficios bruto					
					Testigo Kg/ha	Costo en \$	B/B	SER 322 Kg/ha	Costo en \$	B/B
1	San Antonio	Las Hojas	Napoleón Cáceres Ascencio	CENTA EAC	1179,52	714,25	1297,47	883,12	589,6	971,43
2	San Antonio	Agua Santa	Napoleón Sermeño Nájera	Rojo de Seda	590,26	650,2	649,29	1180,52	687,12	1298,57
3	Sto. Domingo de	El Zope	Alejandro Gutiérrez Reyes	CENTA Pipil	707,79	715,5	778,57	885,06	625,2	973,57
4	Sto. Domingo de	El Carrizal	Carlos Cortez Galicia	CENTA Pipil	590,26	562,3	649,29	707,79	580,5	778,57
5	Nahuizalco	El Canelo	Jenny Leticia Malía	Rojo de Lila	1180,52	706,1	1298,57	1416,23	623,2	1557,85
6	Nahuizalco	El Canelo	Blanca Nohemí Malía	Criollo	1062,34	655,8	1168,57	883,12	569,8	971,43
7	Sonsonate	Chiquihuat	Donaldo Antonio Guzmán	CENTA San Andrés	1180	789,6	1298,00	885,06	528,1	973,57
8	Sonsonate	El Presidio	Francisco Marcos Méndez	CENTA San Andrés	883,12	654,9	971,43	590,26	489,7	649,29
9	Ahuachapán	Palo Pique	Ester Aguirre de Gómez	Criollo	574,34	657,15	631,77	885,06	544,15	973,57
10	Ahuachapán	Palo Pique	Oscar Orlando Ortiz Álvarez	Criollo	470,62	563,15	517,68	1180,52	687,9	1298,57
11	Chalchuapa	Galeano	Elias Valencia	COSTEÑO 2	279,22	457,25	307,14	944,16	687,65	1038,58
12	Chalchuapa	Magdalena	Santos de Jesús Castillo	COSTEÑO 2	259,74	512,4	285,71	1003,25	752,6	1103,58
13	Guazapa	Nance Verde	Rene de los Santos Marroquín	Criollo	575,24	615,45	632,76	1180,52	698,45	1298,57
14	Tacuba	San Juan el Coco	Antonio Molina	Criollo	279,22	412,6	307,14	944,16	562,45	1038,58
15	Tacuba	San Juan el Coco	Teodoro Alfredo García	Criollo	259,74	456,12	285,71	1003,25	653,23	1103,58
16	Tacuba	Loma Larga	Mario Rendón	Criollo	471,39	563	518,53	472,08	456,35	519,29
17	Tacuba	San Rafael	Aristides Contreras	Criollo	456,12	529,3	501,73	2065,58	752,25	2272,14
18	Tacuba	Rodeo I	Cesar Cruz García	Criollo	487,4	458,9	536,14	707,79	459,69	778,57
SUMATORIA TOTAL					11486,84	10673,97	12635,52	17817,53	10947,94	19599,28
PROMEDIO					638,15	592,99	686,97	989,86	608,21	1088,84

De los resultados de la encuesta para la línea SER 322 grano color rojo claro, comparada con la variedad que siembra el agricultor, sobre las características agronómicas del germoplasma a validar, los datos son los siguientes: un 100% de los encuestados contestó que el tamaño del grano se encontraba entre mediano y grande, con respecto a la tolerancia a sequía un 25% dijo que era tolerante, un 62.5 que era igual, para la pregunta de tolerante a altas temperaturas, el 25% dice que es tolerante y un 62.50 que son iguales, un 37.5% menciona que es tolerante a plagas y enfermedades, por su tipo crecimiento el 37.5% le parecía por su comportamiento arbolito y para la pregunta ¿cuál es más lerda? el 50% dice que son iguales y un 37.5% dice que es más lerda la línea en estudio.

Para las características culinarias las respuestas fueron las siguientes, para la pregunta de cuál es más blando para consumo, un 25% dijo que la SER322 y un 62.5% que eran igual, cual sopa le gusto más un 37.5% que la línea en estudio y un 25% que eran similares, un 50% estuvo de acuerdo en que la sopa es más espesa y un 37.5% que tiene mejor color, con respecto al tiempo de cocción un 25% es menor y un 62.5 dijo que es igual.

Al utilizar el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT 1991), para las características de tamaño de semilla, brillo de semilla y hábito de crecimiento, se obtienen los siguientes resultados para la línea SER 322, se considera de tamaño pequeño ya que el peso de 100 semillas presenta un promedio de 22 gramos, con respecto al color se considera en la escala No 3 como un rojo claro brillante y por su hábito arbustivo indeterminado con tallo y ramas erectas con guía y habilidad para trepar se clasificó como IIb.

Cuadro 3. Rendimiento en Kg ha^{-1} de 20 parcelas de validación de la línea BRT 943-20 y variedades locales, implementadas en la época de agosto-septiembre 2017.

No	Municipio	Cantón	Nombre del Productor	Testigo Utilizado	Rendimiento, costos y beneficios bruto					
					Testigo Kg/ha	Costo en \$	B/B	BRT 943-20 Kg/ha	Costo en \$	B/B
1	Nahuizalco	La Guacamaya	Esperanza Pérez de López	Quilete	707,79	521,3	778,569	825,97	589,63	908,57
2	Nahuizalco	La Guacamaya	Sandra Nerio Lucas	Quilete	802,6	452,3	882,86	1062,34	752,55	1168,57
3	Nahuizalco	La Guacamaya	Lucía Camelia Nerio de Lucas	Quilete	944,16	565,25	1038,576	707,79	566,3	778,57
4	Ahuachapán	Palo Pique	Adonaldo Antonio Tobar	Criollo	457,95	458,6	503,745	2951,3	789,6	3246,43
5	Ahuachapán	Palo Pique	Víctor Madecael Pimentel	Criollo	500,45	465,7	550,495	1475,32	659,8	1622,85
6	Ahuachapán	Palo Pique	Hernán Tobar	Criollo	457,95	514,6	503,745	1180,52	698,5	1298,57
7	Santa Ana	El Porvenir	Carlos Humberto Gozalez	Costeño 2	885,06	569,8	973,566	1298,7	769,8	1428,57
8	Santa Ana	Galeano	Eliás Valencia	Costeño 2	883,12	645,12	971,432	531,17	564,75	584,29
9	Santa Ana	La Magdalena	Santos de Jesus Castillo	Costeño 2	766,88	569,75	843,568	707,79	601,15	778,57
10	Guazapa	Nance Verde	Krissia Carolina Chiquillo	Criollo	455,95	654,6	501,545	1180,52	689,12	1298,57
11	Guazapa	Nance Verde	Osmín Pérez González	Criollo	505,5	635,8	556,05	590,26	545,2	649,29
12	San Miguel	Las Lomitas	Andrés Robles	CENTA EAC	1003,25	748,6	1103,575	825,97	695,12	908,57
13	San Miguel	El Amate	José Cecilio Saravia	Chaparrastique	944,16	565,1	1038,576	766,88	565,25	843,57
14	San Miguel	Las Lomitas	José Efrain Quintanilla	Chaparrastique	825,97	599,45	908,567	707,79	667,95	778,57
15	San Miguel	Las Lomitas	Atinoael Aguilera	Chaparrastique	707,79	612,3	778,569	531,17	452,3	584,29
16	Tacuba	San Juan el Cocco	Miguel Ángel Molina	Criollo	363,64	545	400,004	1050,65	695,24	1155,72
17	Tacuba	San Juan el Cocco	Nicolas García Díaz	Criollo	324,68	425,3	357,148	1012,99	652,92	1114,29
18	Tacuba	Rodeo II	Sergio Galicia	Criollo	452,95	487,1	498,245	1003,25	701,54	1103,58
19	Tacuba	San Rafael	Jorge Atilio H.	Criollo	504,9	565,15	555,39	1121,43	696,9	1233,57
20	Tacuba	San Rafael	Luis Alonso Rivera	Criollo	456,75	580,45	502,425	1475,32	789,65	1622,85
SUMATORIA TOTAL					12951,5	11181,27	14246,65	21007,13	13143,27	23107,84
PROMEDIO					647,57	559,06	712,33	1050,35	657,16	1155,39

Para la variable de rendimiento para la línea de frijol grano negro BRT 943-20 de las localidades evaluadas el material en estudio presentó mejores rendimientos en 13 de 20, representando un 65% de los promedios de producción (Cuadro 3). Al analizar los promedios de rendimiento la línea en estudio superó un 87.87% al testigo que utiliza el agricultor, lo cual representa un incremento de $491.29 \text{ Kg ha}^{-1}$ al utilizar esta tecnología.

De los resultados de la encuesta para la línea BRT 943-20 grano color negro, comparada con la variedad que siembra el agricultor. Sobre las características agronómicas de la línea en estudio los datos son los siguientes: un 100% de los encuestados contestó que el tamaño del grano se encontraba entre mediano y grande, con respecto a la tolerancia a sequía un 100% dijo que era tolerante la línea como el testigo, para la pregunta de tolerante a altas temperaturas, el 100% dice que son tolerantes, un 42.84% menciona que es tolerante a plagas y enfermedades, por su arquitectura el 28.56% le parecía por su comportamiento arbustivo y el 71.40% que son iguales con él testigo, para la pregunta cual es más tardía el 28.56% dice que son iguales y un 14.28% dice que es más tardía la línea en estudio.

Para las características culinarias las respuestas fueron las siguientes, para la pregunta de cuál es más blando para consumo, un 57.12% dijo que la BRT 943-20 y el testigo eran iguales y un 42.84% que es mejor él testigo, para la pregunta cual sopa tiene mejor sabor un 57.12% que la línea en estudio y el testigo son iguales, un 100% estuvo de acuerdo en que la sopa es más espesa y tiene mejor color, con respecto al tiempo de cocción un 28.56% respondió es menor y un 28.56% dijo que es igual.

Al utilizar el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT 1991), para las características de tamaño de semilla, brillo de semilla y hábito de crecimiento, se obtienen los siguientes resultados para la línea BRT 943-20, se considera de tamaño pequeño ya que el peso de 100 semillas presenta un promedio de 20 gramos, con respecto

al color se considera en la escala N° 3 como un negro brillante y por su hábito arbustivo indeterminado con tallo y ramas erectas sin guía se clasifica como IIa.

Prueba T para observaciones apareadas.

Para evaluar los rendimientos de la validación del genotipo SER 322 de frijol en zonas productoras de El Salvador, utilizando como testigos locales los diferentes materiales de los productores. Una vez comprobado el supuesto de normalidad, se realizó un análisis estadístico con la prueba de T para observaciones apareadas. A continuación se presenta la salida completa, se observa la media (dif) y DE (dif) correspondiente a la media y a la desviación estándar de la variable diferencia; la Media (1) y Media (2) corresponde a la media general de los tratamientos (SER 322 y testigo). Para el valor de $p < 0.0205$ (*Bilateral*) es la probabilidad y a un nivel de confianza del 10% ($\alpha = 0.1$), se demuestra que estadísticamente existe diferencia significativa entre los rendimientos.

Por tanto se concluye que el genotipo de frijol SER 322 es superior en cuanto a rendimiento que los materiales locales que comúnmente utiliza el productor.

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	Media(1)	Media(2)	T	Bilateral
SER 322	Testigo	18	252.26	357.90	918.74	666.48	2.64	0.0205

VALIDACIÓN DEL GENOTIPO DE FRIJOL BRT 943-20.

Prueba T para observaciones apareadas.

Para evaluar los rendimientos de la validación del genotipo BRT 943-20 de frijol en zonas productoras de El Salvador, utilizando como testigos locales los diferentes materiales de los productores. Una vez comprobado el supuesto de normalidad, se realizó un análisis estadístico con la prueba de T para observaciones apareadas. A continuación se presenta la salida completa, se observa la media (dif) y DE (dif) correspondiente a la media y a la desviación estándar de la variable diferencia; la Media (1) y Media (2) corresponde a la media general de los tratamientos (BRT 943-20 y testigo). Para el valor de $p = 0.0032$ (*Bilateral*) es la probabilidad y a un nivel de confianza del 10% ($\alpha = 0.1$), se demuestra que estadísticamente existe diferencia significativa entre los rendimientos.

Por tanto se concluye que el genotipo de frijol BRT 943-20 es superior en cuanto a rendimiento que los materiales locales que comúnmente utiliza el productor.

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	Media(1)	Media(2)	T	Bilateral
BRT 943-20	Testigo	15	353.95	386.07	967.71	613.75	3.55	0.0032

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL GENOTIPO SER 322.

Cuadro 4. Costos e ingresos para el cálculo de los análisis económicos.

Tratamientos de los genotipos de frijol	costos del manejo (\$)	Ingreso bruto o costos variables (\$)
Agricultor	604.42	733.13
SER 322.	585.73	1,010.61

Cuadro 5. Presupuestos Parciales para evaluar el tratamiento SER 322 vs los materiales del agricultor.

PRESUPUESTO PARCIAL	
Ganancia o ingreso adicional	USD\$
1)Ingresos Adicionales	1,010.61
2)Disminución de costo	604.42
(A) Total de Ingresos adicionales	1,615.03
Costos adicionales	
1)Costos adicionales	585.73
2) Disminución de ingresos	733.13
(B) Total de costos adicionales	1,318.86
Cambio en el ingreso neto (A-B)	296.17

Cuadro 6. Relación costos beneficio

Germoplasma	Producción (\$)	Costos de producción (\$)	Relación Beneficio/Costo
SER 322.	1,010.61	585.73	1.73

Interpretación de los análisis económicos.

Los resultados de los análisis económicos demuestran que el cambio de propuesta de sembrar el genotipo de frijol SER 322 es rentable y produce un aumento en el ingreso neto al productor de \$ 296.17 (Cuadro 5). Además la relación beneficio costo (B/C) indica que

por cada dólar invertida en la nueva tecnología, recupera el dólar más \$ 0.73 (Ramírez O. 1994).

ANÁLISIS ECONÓMICO BRT 943-20.

Cuadro 7. Costos e ingresos para el cálculo de los análisis económicos.

Tratamientos de los genotipos de frijol	costos del manejo (\$)	Ingreso bruto o costos variables (\$)
Variedad del Agricultor	545.55	675.13
BRT 943-20.	649.19	1,064.48

Cuadro 8. Presupuestos parciales para evaluar el tratamiento BRT 943-20 vs los materiales del agricultor.

PRESUPUESTO PARCIAL	
Ganancia o ingreso adicional	USD\$
1)Ingresos Adicionales	1,064.48
2)Disminución de costo	545.55
(A) Total de Ingresos adicionales	1,610.03
Costos adicionales	
1)Costos adicionales	649.19
2) Disminución de ingresos	675.13
(B) Total de costos adicionales	1,324.32
Cambio en el ingreso neto (A-B)	285.71

Cuadro 9. Relación costos beneficio

Tratamiento	Producción (\$)	Costos de producción (\$)	Relación Beneficio/Costo
BRT 943-20	1,064.48	649.19	1.64

Interpretación de los análisis económicos.

Los resultados de los análisis económicos demuestran que el cambio de propuesta de sembrar el genotipo de frijol BRT 943-20 es rentable y produce un aumento en el ingreso neto al productor de \$ 285.71 (Cuadro 8). Además la relación beneficio costo (B/C) indica

que por cada dólar invertida en la nueva tecnología, recupera el dólar más \$ 0.64 (Cuadro 9).

CONCLUSIONES

Para la línea grano rojo SER 322 las características agronómicas que resaltó agricultor fueron: tamaño del grano, su tolerancia a sequía, altas temperaturas y mejor rendimiento superando en los promedio al testigo en un 35.53%. Para las características culinarias más sobresalientes que respondió el agricultor, se menciona que es más blando para el consumo, con mejor sabor de sopa y más espesa. La relación B/C es de \$1.73.

Con los resultados para la línea grano color negro BRT 943-20 las características agronómicas que más gustaron al agricultor fueron: el tamaño del grano, tolerancias a humedad limitada, arquitectura arbustiva y el rendimiento, superando en los promedios en un 38.34 % al testigo. Con respecto a las características culinarias que la línea en estudio es más blando, buen sabor de sopa y más espesa. La relación B/C es de \$1.64.

RECOMENDACIONES

Se sugiere la liberación de las líneas SER 322 y BRT 943-20 como variedades.

LITERATURA CONSULTADA

CEPAL. (Comisión Económica para América Latina). Efectos del cambio climático sobre agricultura. El Salvador, 2010.

CIAT. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia) 1991. Sistema Estándar para la evaluación de Germoplasma de frijol. Cali, Colombia. 56 p.

CIAT. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia) 1994. Problema de Producción de Frijol en los Trópicos. Cali, Colombia. P.16-17

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2015-2016 Santa Tecla, El Salvador. MAG.

Ramírez, O. 1994. El uso de presupuestos parciales en el manejo integrado de plagas (en línea). Hoja Técnica MIP n° 11. Proyecto RENARN/MIP. CATIE, 7170.



ENSAYO REGIONAL DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE LÍNEAS DE ARROZ.

José Wilfredo Castaneda Chávez¹

RESUMEN

Con el objetivo de poner a disposición del productor, nuevas variedades de arroz con mayor potencial de rendimiento, buena calidad de grano y culinaria; y resistentes o tolerantes a las principales enfermedades, para que le aseguren una mayor estabilidad en la producción y productividad del cultivo, se realizó el experimento en siete ambientes diferentes de El Salvador: Izalco, ENA, Atiquizaya, Zapotitán, Atiocoyo Norte (Nueva Concepción), Santa Cruz Porrillo y Atiocoyo Sur (San Pablo Tacachico). Se evaluaron 11 líneas más tres testigos (CENTA A-6, CENTA A-11 y CENTA A-RAZ), el diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias; mostrando el ANDEVA combinado, que hubo diferencia significativa para las variables rendimiento, días a flor y altura de planta, lo que indica una interacción genotipo ambiente, esto demostró que las condiciones climáticas y edáficas de las localidades influyeron. Para la variable longitud de panícula, no hubo diferencia significativa indicando que los materiales en estudio tuvieron un comportamiento similar en cada una de las localidades; concluyendo que las líneas L-2434 y L-2444 (5550 y 5548 kg ha^{-1}), fueron las que presentaron los mayores rendimientos, superando a la media de rendimiento en 6.34 y 6.30 %. La línea L-2444 presentó el mayor porcentaje de grano entero y es moderadamente resistente al ácaro de la vaina del arroz. La localidad de Izalco fue la que presentó mejores condiciones ambientales para evaluar arroz.

Palabras claves: arroz, cultivares, rendimiento, resistentes, ambientes.

¹Investigador del Programa de Granos Básicos, CENTA-MAG
jowilcas@yahoo.com Apartado Postal 885, San Salvador, El Salvador

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en El Salvador, ha experimentado una disminución en relación al área de siembra, reportándose 6,061.3 hectáreas, en promedio, durante el ciclo agrícola 2015-2016; con un rendimiento promedio de 7.03 tha^{-1} y una producción de 42,660.00 toneladas, la cual representó el 33.33% del consumo aparente. A pesar de existir un aumento en los rendimientos (5.9 tha^{-1} en 2002-03 a 7.03 tha^{-1} en 2015-16, DGEA), estamos por debajo de suplir la demanda interna, existiendo un déficit de 90,000.00 toneladas de arroz granza, por lo que se ha tenido que recurrir a las importaciones (DGEA 2015).

El consumo aparente se ha triplicado en los últimos años, y en ello ha influido el aumento de la población y los cambios en el hábito de consumo, principalmente en la zona urbana, donde el arroz aumenta cada vez más en la dieta diaria (Nuila 1993). Bajo el marco de seguridad alimentaria, se debe garantizar la alimentación a la población, el crecimiento de ésta impone el reto permanente hacia el cumplimiento de ese objetivo (Sanint 1996). La tierra disponible para cultivar en El Salvador, se vuelve más reducida y la seguridad alimentaria más difícil de cumplir (Contreras 1995); por lo que una de las opciones es el uso de variedades de alto potencial de rendimiento.

Para suplir la demanda futura de arroz en América Latina, solamente el 11% del incremento proyectado en producción, provendrá del área adicional cultivada; con lo cual, el grueso del esfuerzo se concentrará en el aumento de los rendimientos o intensificando la productividad en las áreas actuales (Moscardi 1994).

Una de las limitantes en la producción de arroz, es que las variedades comerciales con el transcurso de los años pierden su resistencia varietal y se vuelven susceptibles a enfermedades fungosas, principalmente a piricularia, que es la enfermedad que más daño ocasiona, alcanzando pérdidas en rendimiento hasta en un 90% (Martínez 1985); todavía no se han encontrado variedades con resistencia estable o duradera a piricularia, ya que el hongo tiene muchas razas fisiológicas y una gran variabilidad (Jennings *et al* 1985); por esta razón se hace necesario la evaluación continua de materiales de arroz de una amplia variabilidad genética.

Antes de lanzar una nueva variedad, los fitomejoradores deben investigar detenidamente su comportamiento agronómico, su calidad culinaria e industrial y la estabilidad de los caracteres del germoplasma; finalmente evaluar su rendimiento (Carcaño 1992); es por eso que las líneas más promisorias se prueban en ensayos regionales, con el fin de evaluar el potencial de las nuevas variedades de arroz en las fincas de productores. Las pruebas regionales deberán ubicarse a lo largo de las principales vías, para que puedan ser apreciadas por los agricultores (Jenings *et al* 1985).

La calidad de molinería, es la base de compra-venta de arroz granza en El Salvador. El proceso de molinería se ejecuta partiendo del arroz cascara (paddy seco al 13% de humedad), el cual pasa por diferentes máquinas para dejarlo en condiciones óptimas de consumo (arroz blanco), el cual se ofrece al mercado con un porcentaje de partido que varía de acuerdo con la calidad que se desea (Jennings *et al* 1985). El rendimiento total en molino, es la proporción de arroz entero y partido que se obtiene de una cantidad dada de

arroz en cáscara; si de una variedad de arroz se obtiene más de un 55% de arroz entero se considera de buena calidad de molinería. Un gran número de factores afectan el rendimiento de pilada, y dentro de estos están: calibración y mantenimiento de las máquinas que componen el molino, el operario del molino, el medio ambiente, el manejo agronómico del cultivo; en algunos casos estos factores causan mayor variación en la calidad de molinería de una variedad que la encontrada entre variedades (Webb y Stermer 1972)

En El Salvador, se han venido realizando pruebas regionales que han culminado con la liberación de variedades, como CENTA A-1, CENTA A-2, CENTA A-4 y CENTA A-5, que fueron liberadas entre 1980 a 1990 (Castaneda, 1991); en 1995, 2002 y 2006 se liberaron las variedades CENTA A-6, CENTA A-7 y CENTA -8, respectivamente, en 2008 se liberaron las variedades CENTA A-9 y CENTA A-10, en 2013 CENTA A-11 y en el 2015 CENTA A- RAZ. Como resultado de estas mejoras tecnológicas que se han logrado por medio de la investigación, el arroz es el rubro dentro de los granos básicos que mejores rendimientos ha alcanzado por unidad de superficie. El objetivo del presente estudio fue generar y seleccionar cultivares de arroz con buen potencial de rendimiento y resistentes a las principales plagas y enfermedades, para que le aseguren una mayor estabilidad en la producción y productividad del cultivo al productor de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el periodo de junio a noviembre del 2017, se evaluaron los ensayos regionales de adaptación y rendimiento de líneas de arroz, compuesto por 11 líneas promisorias y tres testigos. Los ensayos se sembraron en las diferentes zonas arroceras de El Salvador (Cuadro 1), donde este cultivo ha mostrado que tiene buena adaptabilidad.

Cuadro 1. Características climáticas y edáficas de las localidades donde se evaluó el experimento, El Salvador 2017.

LOC.	PRECIPIT. mm	ELEV. m	T ⁰ C X	HR %	TEXTURA	pH	P ppm	K ppm
Izalco	1653	390	26.6	73	FC	5.4	12	175
ENA	1417	455	24.0	77	FC	5.8	25	250
Atiquizaya	1428	650	25.9	69	FC	5.9	14	350
Zapotitán	1332	460	23.8	76	FA	6.4	31	222
Atiocoyo	1360	320	25.7	71	FC	5.7	13	220
Norte	1351	30	26.8	73	FC	5.7	10	390
SCP	1314	350	25.7	72	FC	5.6	13	180
Atiocoyo Sur								

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, 14 tratamientos y cuatro repeticiones, donde se evaluaron 11 líneas promisorias; comparándose con las variedades comerciales CENTA A-6, CENTA A-11 y CENTA A-RAZ que se utilizaron como testigos. La unidad experimental estuvo formada de seis surcos de cinco metros de largo, distanciados a 0.3 metros, haciendo un área de nueve metros cuadrados, la parcela útil la

formaron los cuatro surcos centrales, determinando un área de seis metros cuadrados, el área total de cada ensayo fue de 580 metros cuadrados.

El manejo agronómico fue similar en las siete localidades. La preparación de suelo se hizo con una chapoda, dos pasos de rastra, nivelado y surcado. En cuanto a la fertilización se utilizó fórmula 15-15-15 al momento de la siembra, equivalente a 60 Kg de N, 60 kg de P₂O₅ y 60 kg de K₂O por hectárea, Sulfato de Amonio y Urea a los 30 y 60 días después de la siembra, a razón de 69 Kg de Nha⁻¹ por aplicación.

Para el control de malezas, se realizaron aplicaciones de herbicidas presiembra con Glifosato (3 Lha⁻¹) y post emergentes con Bispyribac Sodium (0.143 Lha⁻¹) + Pendimethalin (2.5 Lha⁻¹) y Bentazon (3 Lha⁻¹) + Fenoxaprop-p-aril etil (1.43 Lha⁻¹); además se les realizó una limpia manual para eliminar las malezas que escaparon al control químico. Para el control de plagas, no se efectuaron aplicaciones de insecticidas. Por otra parte no se realizaron aplicaciones de fungicidas para el control de enfermedades, ya que se buscan materiales resistentes a estos patógenos.

La cosecha se realizó cuando las líneas promisorias presentaron su madurez fisiológica y un contenido de humedad de grano de 20-27%, cortando los cuatro surcos centrales de cada parcela, dejando los surcos laterales como borda.

Para la toma de datos, se utilizó el manual “Sistema de Evaluación Estándar para Arroz”, adoptándose una escala general con valores de 1-9, donde uno es resistente, tres moderadamente resistente, cinco moderadamente susceptible, siete susceptible y nueve características indeseables para cualquier variable (CIAT, 1983). Se evaluaron características fenotípicas, reacción a enfermedades y rendimiento ajustado al 14% de humedad. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias.

A las líneas promisorias se les realizó análisis de calidad de molinería, ya que es la base de compra-venta de arroz granza en El Salvador; el marco de las negociaciones se realiza a través de la Bolsa de Productos Agropecuarios de El Salvador (BOLPROS), adoptando sus normas de calidad.

Cuadro 2. Norma de calidad para la compra de arroz granza

FACTORES Y DEFECTOS DE CALIDAD	CALIDAD BASE (%)	TOLERANCIA MÁXIMA DE RECIBO (%)
Rendimiento de pilada	68	60
Rendimiento grano entero	55	40
Grano yesoso	3	10

-Calidad base: es la referencia para establecer bonificaciones o descuentos.

-Tolerancia máxima de recibo: son las condiciones que si se sobrepasan no se recibe el producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3, se presenta el análisis de varianza y los promedios por localidad para las variables rendimiento de grano, días a flor, altura de planta y longitud de panícula de los 14 tratamientos evaluados en diferentes localidades de El Salvador; observándose que en la localidad de Izalco, se obtuvo el rendimiento más alto ($7059.00 \text{ Kgha}^{-1}$), superando a ENA, Atiquizaya, Zapotitán, Atiocoyo Norte, Santa Cruz Porrillo y Atiocoyo Sur en 865.24, 1248.00, 1875.63, 2421.13, 2899.56 y $3559.00 \text{ Kgha}^{-1}$, respectivamente.

En cuanto a días a flor, se puede observar que en la localidad de Santa Cruz Porrillo los materiales evaluados florecieron más temprano y en Atiquizaya más tarde; esto se debe a un efecto de la temperatura y no a un carácter varietal (Jennings et al, 1985), ya que Santa Cruz Porrillo está más cerca del nivel del mar que Atiquizaya; además, se puede ver que en cuanto a altura de planta la localidad de Atiocoyo Sur presentó las plantas con menor altura y ENA presenta las panículas más largas. Santa Cruz Porrillo fue la localidad que presentó las plantas con mayor altura.

En cuanto a la varianza se puede observar diferencia significativa para la variable rendimiento en las localidades de ENA, Zapotitán, Atiocoyo Norte y Santa Cruz Porrillo lo que demuestra que los materiales en estudio fueron influenciados de manera directa por el medio ambiente.

Cuadro 3. Análisis de varianza y promedios por localidad para las variables rendimiento (Kgha^{-1}), días a flor, altura de planta (cm) y longitud de panícula (cm), en los ensayos evaluados en diferentes localidades de El Salvador, 2017.

LOCALIDADES	RENDIMIENTO Kgha^{-1}	DÍAS A FLOR	ALTURA DE PLANTA	LONGITUD DE PANÍCULA
Izalco	7059.00ns	88**	118**	26**
ENA	6193.76**	93**	115**	30ns
Atiquizaya	5811.00ns	100**	121**	27**
Zapotitán	5183.37**	86**	111**	25**
Atiocoyo Norte	4637.87*	86**	113ns	27ns
Sta. Cruz Porrillo	4159.44**	83ns	124**	27*
Atiocoyo Sur	3500.00ns	86**	91*	26*

El análisis de varianza combinado (Cuadro 4), muestra que no hubo diferencia significativa para la variable longitud de panícula lo que indica que los materiales en estudio tuvieron una longitud de panícula similar en cada una de las localidades; para las variables rendimiento, días a flor y altura de planta, hubo diferencia significativa, indicando una interacción genotipo ambiente, demostrando que las condiciones climáticas y edáficas de las localidades influyeron sobre el rendimiento, los días a floración y la altura de planta de las líneas en estudio; además, se puede ver que se obtuvo un rendimiento promedio de $5219.00 \text{ Kgha}^{-1}$; los coeficientes de variación estuvieron dentro de lo normal, reflejando un

buen manejo experimental y un R^2 de 0.83 en rendimiento indicando una mayor estabilidad a las condiciones prevalecientes en los ambientes donde se realizó la evaluación.

Cuadro 4. Análisis de varianza combinado de los ensayos evaluados en las localidades de Izalco, ENA, Atiquizaya, Zapotitán, Atiocoyo Norte, Santa Cruz Porrillo y Atiocoyo Sur, El Salvador 2017.

VARIABLES	X	F	CV (%)	R^2
Rendimiento (Kgha ⁻¹)	5219.00	*	15.38	0.83
Días a flor	89	*	3.90	
Altura de planta (cm)	113	*	5.76	
Longitud de panícula (cm)	26	ns	5.92	

La Fig.1 muestra los rendimientos promedio de los genotipos evaluados en ensayos regionales; observándose que la variedad CENTA A-11 presenta el mayor rendimiento, pero es estadísticamente igual que las líneas L- 2434, L- 2444, CENTA A-RAZ, L- 2425, L- 2453, L- 2452 y L- 2458; lo que nos indica, que en otra evaluación cualquiera de estos genotipos puede obtener el mayor rendimiento.

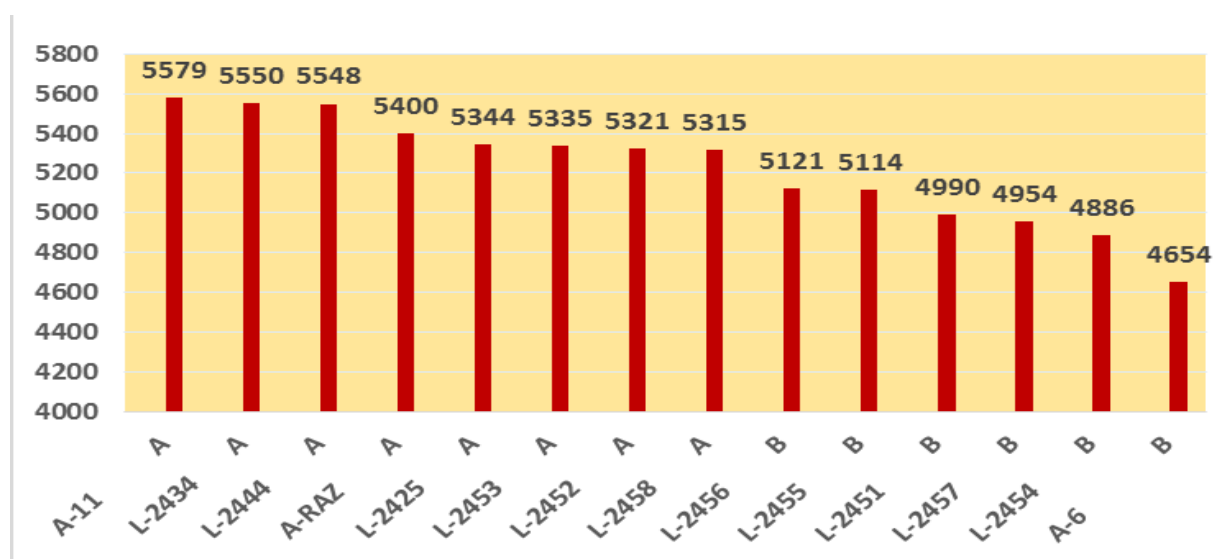


Fig. 1 Rendimiento en Kgha⁻¹ de los genotipos evaluados en las localidades de Izalco, ENA, Atiquizaya, Zapotitán, Atiocoyo Norte, Santa Cruz Porrillo y Atiocoyo Sur, El Salvador, 2017.

En el cuadro 5, se muestran los rendimientos, las características agronómicas y reacción a enfermedades de los materiales arriba de la media de rendimiento evaluados en ensayos regionales; observándose los promedios de las variables evaluadas. Se obtuvo un promedio

de rendimiento de grano de 5219 Kgha⁻¹ superado por el 42.85 % de los materiales evaluados, destacándose entre ellos las líneas: L-2434, L-2444 y L-2425 con rendimientos de 5550, 5548 y 5344 Kgha⁻¹; las cuales superaron a la media de rendimiento en 6.34, 6.30 y 2.40 %. La variedad CENTA A-11 (5579 Kgha⁻¹), utilizada como testigo fue quien obtuvo el rendimiento más alto, aunque no hubo diferencia significativa con los genotipos que están arriba de la media de rendimiento. Los rendimientos se vieron afectados por períodos largos de sequía en las diferentes localidades donde fue evaluado el experimento.

El promedio en cuanto a floración fue de 89 días, valor que clasifica a los materiales evaluados como de ciclo intermedio (80-105 días a floración y 110-135 a madurez) y usualmente rinden más que aquellos que maduran más pronto o más tarde, bajo la mayoría de condiciones agronómicas favorables (Jennings et al, 1985).

Cuadro 5. Rendimientos, características agronómicas y reacción a enfermedades de los materiales arriba de la media de rendimiento en ensayos evaluados en las localidades de Izalco, ENA, Atiquizaya, Zapotitàn, Atiocoyo Norte, Santa Cruz Porrillo y Atiocoyo Sur, El Salvador 2017.

LINEAS	REND Kgha ⁻¹	Fl día	Ht cm	PnL cm	Lg	Bl	NB l	BS	LSc	ShB	PnD Ácaro
A-11	5579 A	92	113	26	1	1	1	1	1	1	3
L-2434	5550 A	89	112	27	1	1	1	1	1	1	3
L-2444	5548 A	90	120	28	1	1	1	1	1	1	3
A-RAZ	5400 A	92	114	27	1	1	1	1	1	1	3
L-2425	5344 A	90	118	28	1	1	1	1	1	1	3
L-2453	5335 A	88	115	26	1	1	1	1	1	1	2
L-2452	5321 A	89	112	26	1	1	1	1	1	1	2
L-2458	5315 A	88	112	26	1	1	1	1	1	1	3
Promedio	5219	89	113	26	1	1	3	3	3	1	4
A-6	4654 B	88	106	25	1	3	5	5	3	3	4

Fl = Floración

Bl = Piricularia en hoja

ShB = Rhizoctonia

Ht = Altura de planta

NBl = Piricularia en cuello

BS= Helminthosporiosis

PnL= Tamaño de panícula

Lg = Acame

LSc= Escaldado de la hoja

PnD Ácaro= Panícula dañada por ácaro

El promedio de los materiales evaluados en cuanto a altura de planta fue de 113 cm, lo que determina que son de porte intermedio (101-130 cm), característica deseada ya que es la que determina la resistencia al volcamiento o acame, y si ésta se manifiesta, altera la distribución de las hojas, aumenta el sombrío mutuo, interrumpe el transporte de nutrimentos y fotosintatos, causa esterilidad y reduce el rendimiento (Jennings et al, 1985). El promedio en cuanto a longitud de panícula fue de 26 cm, valor que está dentro de lo normal, ya que el tamaño de la panícula no determina el rendimiento, por lo que la longitud no es un criterio de selección para rendimiento; sin embargo, muchos fitomejoradores con

experiencia hacen énfasis en la selección de panículas largas y pesadas (Jennings et al, 1985).

En cuanto a la variable acame, las líneas seleccionadas mostraron un comportamiento de resistentes, característica importante, ya que si se manifiesta altera la distribución de las hojas, aumenta el sombrero mutuo, interrumpe el transporte de nutrientes y fotosintatos, causa esterilidad y reduce el rendimiento (Jennings et al, 1985). Todos los materiales seleccionados tienen una longitud de grano largo, característica que actualmente nos demanda el mercado, además el arroz de grano largo usualmente queda seco y suelto al cocinarse y el de grano corto, húmedo y pegajoso (Jennings et al, 1985).

Teniendo en cuenta la presencia moderada de piricularia en hoja (BI) y cuello (NBI) en campo, las líneas evaluadas mostraron resistencia; esto debido a las fuentes de resistencia CAMPONI, K-8, MOROBEREKAN, TADUKAN, Colombia 1, C46-15, IRAT-120, ZENITH, CEYSVONI, M-312A, P-1274, entre otros, que son sus progenitores; esta enfermedad es la que más daño ocasiona, alcanzando pérdidas en el rendimiento hasta un 90% (Martínez, 1985).

En cuanto a Helminthosporosis (BS), Escaldado de la hoja (LSc) y Rhizoctonia (ShB) las líneas se comportaron resistentes a moderadamente resistentes (CIAT 1983); debido a que este germoplasma ha sido debidamente caracterizado por su reacción a estas enfermedades. Con respecto al ácaro de la vaina, solamente se presentó en la localidad de la ENA y los materiales evaluados se comportaron de moderadamente susceptibles (5) a moderadamente resistentes (3), según el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (CIAT, 1983); hasta la fecha no existen variedades resistentes a este ácaro.

El cuadro 6, muestra los análisis de calidad de molinería de los materiales arriba de la media de rendimiento, evaluados en ensayos regionales; observándose los promedios de las variables evaluadas. Los genotipos presentaron un porcentaje de humedad que vario de 10.70 hasta 9.85, lo cual no es recomendable, ya que la muestra de arroz granza para el análisis debe de contener un 13% de humedad; el secado es uno de los factores que más influyen en la calidad de molinería, los Taiwaneses en investigaciones realizadas recomiendan, que si la muestra tiene 22% de humedad necesita una temperatura de 55°C, con 18% de humedad necesita 50°C y con 16% de humedad necesita 47°C, hasta llegar al 13% de humedad, que es lo recomendable para realizar el análisis de calidad de molinería. En cuanto a rendimiento de pilada observamos que los materiales en estudio tuvieron un promedio de 68.2%, valor considerado como calidad base y es la referencia para establecer bonificaciones; la tolerancia máxima de recibo es 60%, condición que si se sobrepasa no se recibe el producto. Con respecto a porcentaje de grano entero se observa que la línea L-2444 obtuvo el porcentaje más alto (87.48), superando la calidad base (55%) en 32.48%; si de una variedad de arroz se obtiene más de un 55% de arroz entero, se considera de buena calidad de molinería (Jennings et al, 1985); la calidad base es la referencia para establecer bonificaciones y la tolerancia máxima de recibo para rendimiento de grano entero es del 40%. En cuanto a grano yesoso los materiales evaluados están dentro del rango propuesto por BOLPROS, que es de 3% para la calidad base y 10% para la tolerancia máxima de recibo.

Cuadro 6. Análisis de calidad de molinería de los materiales arriba de la media de rendimiento en ensayos evaluados en las localidades de Izalco, ENA, Atiquizaya, Zapotitán, Atiocoyo Norte, Santa Cruz Porrillo y Atiocoyo Sur, El Salvador 2017.

LÍNEAS	RENDIMIENTO Kgha ⁻¹	HUMEDAD %	RENDIMIENTO DE PILADA %	GRANO ENTERO %	GRANO YESOSO %
A-11	5579	9.97	68.3	85.45	7.2
L-2434	5550	10.42	65.9	78.15	4.2
L-2444	5548	10.27	68.0	87.48	5.2
A-RAZ	5400	10.40	67.97	86.70	6.6
L-2425	5344	10.10	68.68	85.33	4.6
L-2453	5335	9.85	68.83	75.40	5.3
L-2452	5321	10.70	68.73	73.15	6.0
L-2458	5315	10.40	69.65	70.90	4.7
A-6	4654	10.40	68.12	78.12	5.7

CONCLUSIONES

Las líneas L- 2434, L- 2444 y L- 2425 presentaron los mayores rendimientos, en los diferentes ambientes en que se evaluó el experimento, superando a la media de rendimiento en 331, 329 y 125 Kgha⁻¹; además, presentan resistencia o tolerancia a enfermedades, principalmente a piricularia y rhizoctonia.

La línea L- 2444 presentó el mejor porcentaje de grano entero, en los diferentes ambientes en que se evaluó el experimento.

La línea L- 2444 es moderadamente resistente al ácaro de la vaina del arroz.

RECOMENDACIONES

Passar a etapa de estudio de validación a la línea de arroz L- 2444.

LITERATURA CONSULTADA

Carcaño, AD. 1992. Como se evalúa en Argentina el germoplasma de arroz en las Américas, Argentina 13, (1): 6-10p.

Castaneda, JW. 1991. Evaluación de rendimiento de arroz en El Salvador 1986-1990. CENTA, San Andrés, El Salvador. 85p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia) 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. 2ed. Trad. Rosero, M. Cali, Colombia. 61p.

Contreras, M. 1995. Estudio preliminar sobre problemática de granos básicos en el CDT San Andrés. CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador. 21p.

DGEA (Dirección General de Estadísticas Agropecuarias, El Salvador) 2016. Anuario de estadísticas agropecuarias. Santa Tecla, El Salvador. 87p.

Jennings, PR.; Coffman, WR. y Kauffman, HE. 1985. Mejoramiento de arroz. CIAT. Cali, Colombia. 696p.

Martínez, EP. 1985. Mejoramiento de arroz de secano para América Latina en: Tascon, E. y García, D.E. (Comp.) Arroz, Investigación y Producción CIAT, Cali, Colombia. (5): 233-242.

Moscardi, ER. 1994. Conferencia Internacional de arroz para América Latina y el Caribe (9-1994 Brasil). Producción y comercialización de arroz en América Latina, algunas reflexiones hacia el futuro, Goiania, Brasil. (4). 49p.

Nuila, A.S. 1993. Situación actual, oportunidades y desafíos de la actividad arrocera en El Salvador. CIRAD-IICA, San Salvador, El Salvador. 38p.

Sanint, R.L. 1996. El arroz de riego en América Latina y El Salvador, nuevas realidades trabajo presentado para el curso de selección recurrente de arroz. CIAT, abril-julio, Cali, Colombia. 35p.



VALIDACIÓN DE LÍNEA DE ARROZ BÍOFORTIFICADA L- 2419. 2017

Ing. Herick Antonio Cruz Orellana¹.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la adaptación y rendimiento de línea biofortificada de arroz, comparadas con las variedades utilizadas por los productores; se realizó la validación de un nuevo material de arroz en 25 localidades en las diferentes zonas arroceras tradicionales y no tradicionales de El Salvador. Los tratamientos evaluados fueron la línea promisoría de arroz L-2419 y el testigo (variedad del productor), el diseño experimental utilizado fue de parcelas apareadas, el área de cada parcela de 1000 metros m². ambos tratamientos fueron manejadas agronómicamente por el agricultor, siendo las condiciones climáticas y edáficas diferentes para cada zona, donde agronómicamente se desarrolló similar a las variedades comerciales adoptadas por los agricultores mostrando mejor producción en las diferentes zonas donde se realizó el ensayo, Los resultados obtenidos fueron sometidos a la prueba estadística de “t”, la cual mostró que la línea L-2419 es altamente significativa, cuyo rendimiento de 4872.57 Kg^{ha}⁻¹ supero al testigo (3869.54 Kg^{ha}⁻¹) en un 20% con (1003.0 Kg^{ha}⁻¹), el 100% de los participantes en las giras de campo confirmaron las bondades de la L-2419. Se concluye que la línea promisoría de arroz en estudio fue superior en rendimiento en comparación con las variedades comerciales utilizadas por el productor. Superando en un 20% en rendimiento, además, la opinión de los productores confirma las bondades de la línea promisoría de arroz.

Palabras claves: adaptación, rendimiento, biofortificada.

¹ Técnico investigador de arroz CENITA. El Salvador, C.A. herick.cruz@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

Más de la tercera parte de las muertes de niños y niñas en el salvador tienen su origen en la desnutrición. Los niños que sufren de desnutrición en sus primeros dos años de vida se encuentran en alto riesgo de ver afectado su desarrollo cognitivo, lo cual afecta la productividad y el crecimiento económico del país, además de recargar el sistema de salud nacional. Los niños desnutridos tienen una mayor predisposición a contraer otras enfermedades.

La nutrición juega un papel importante en el bienestar familiar, por lo que es necesario prestar mucha atención a la alimentación preparada diariamente en casa. Al planificar la alimentación familiar se requiere dedicar tiempo y esfuerzo para comprar alimentos adecuados en cantidad y calidad que cubran las necesidades básicas de todos los miembros de la familia. (Guía de Alimentación y nutrición de la familia salvadoreña por grupos marzo 2009)

En la actualidad, la deficiencia de hierro y de zinc en la dieta humana genera problemas de salud en la población, especialmente en los países de menor desarrollo económico. El contenido mineral de los cultivos se ha incrementado mediante el uso de técnicas para proporcionar una solución sostenible y rentable, en este sentido, la biofortificación representa una estrategia potencial para incrementar el contenido de micro elementos esenciales. Las investigaciones realizadas acerca de la biofortificación se han enfocado principalmente en cultivos que son de consumo básico para la población humana, el resultado de la aplicación de esta técnica ha permitido incrementar el contenido de micro elementos esenciales en la parte comestible y mejorar las características agronómicas. En atención a la temática del presente capítulo, se documentó parte de las investigaciones realizadas en los últimos años acerca de la biofortificación de los cultivos, como una estrategia para reducir la desnutrición y mejorar la seguridad alimentaria nutricional. (Unidad Delicias y la Red Académica de Innovación de Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS) – CIESLAG-COECYT 2015)

En el presente trabajo se tuvo como objetivo generar, para las diferentes zonas arroceras de El Salvador, cultivares que respondan a factores bióticos y abióticos; que mejoren la producción y productividad del cultivo y la calidad nutricional de la población salvadoreña.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la época de junio a diciembre de 2017, se estableció el ensayo “Validación de línea biofortificada de Arroz L- 2419 El Salvador 2017.” proveniente de viveros de agrosalud. se realizó la validación de un nuevo material de arroz en 25 localidades de las diferentes zonas arroceras tradicionales y no tradicionales de El Salvador. Presentando buena adaptabilidad del material en evaluación.

Se establecieron 25 parcelas con el apoyo de los técnicos extensionistas del CENTA. El ensayo, se manejó agronómicamente como lo hace el productor, acompañado por el técnico

extensionista e investigador, el diseño experimental utilizado fue de parcelas apareadas y dos tratamientos, donde se evaluó la línea L-2419, comparándola con las variedades que siembran los productores; el área de cada parcela fue de 1000 metros cuadrados. La cosecha se realizó cuando la línea y el material del productor tenían el 14% de humedad sometiendo los resultados a la prueba “t” Student, y evaluación participativa con productores y extensionistas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la validación de 25 localidades de la línea L 2419, establecida en la época de junio 2017 muestra el comportamiento que hubo en el ciclo del cultivo.

La Fig 1, muestra los rendimientos promedio de las parcelas, donde, se refleja que la línea L-2419 dio mejores rendimientos ($4872.57 \text{ Kg/ha}^{-1}$) que el testigo ($3869.54 \text{ Kg/ha}^{-1}$), con una diferencia de ($1003.0 \text{ Kg/ha}^{-1}$).

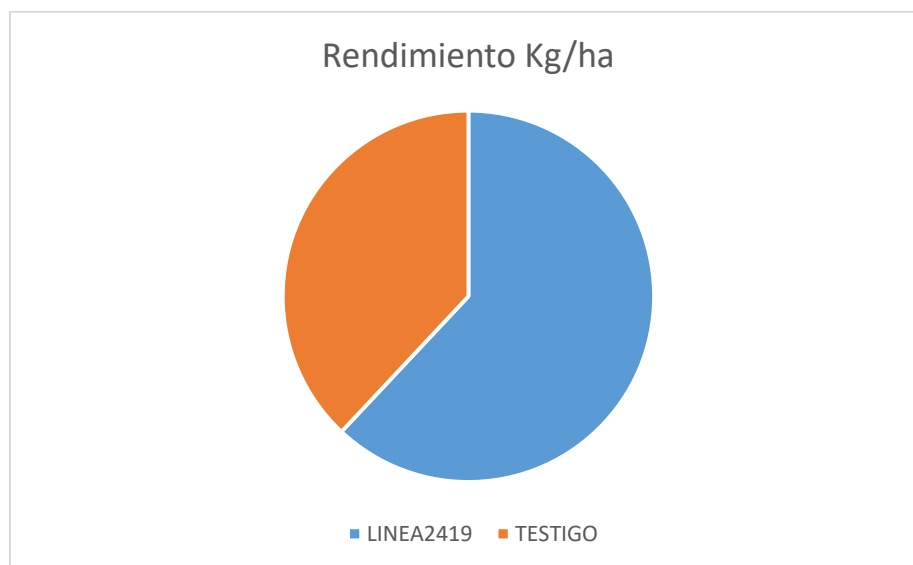


Fig. 1. Rendimiento en kg/ha de la L-2419 y material testigo. El Salvador 2017.

El cuadro 1, presenta la prueba de “t”, donde la línea L-2419, obtuvo un incremento observado ($1003.0 \text{ Kg/ha}^{-1}$) superior al diez por ciento; indicando que la línea promisoría de arroz L-2419, superó en rendimiento al testigo.

Cuadro 1. Prueba T para muestras Independientes En Parcelas de validación de arroz, El Salvador 2017.

Clasific Variable	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	T	p-valor	prueba
Parcelas Rend Kg/ha	4872.57	3869.54	1003.0	1.88	0.066	Bilateral

Cuadro 2. Evaluación participativa con productores y extensionistas, El Salvador 2017.

PARTICIPANTES	%	OPINIÓN
100 Productores	100	<ul style="list-style-type: none"> ➤ más rendimiento que los testigos. ➤ Mayor resistencia a enfermedades. ➤ Panículas largas. ➤ Buena arquitectura de planta.
15 Técnicos extensionistas	100	<ul style="list-style-type: none"> ➤ más rendimiento que los testigos. ➤ Mayor resistencia a enfermedades. ➤ Panículas largas. ➤ Buena arquitectura de planta.

CONCLUSIONES

La línea promisorio de arroz en proceso de validación, presentó diferencia significativa, superando en 10% de rendimiento a las variedades comerciales utilizadas como testigos en las diferentes localidades. la opinión de los productores confirma las bondades de la línea promisorio de arroz.

RECOMENDACIÓN

Con las características de valor nutricional de la línea de arroz L- 2419 según AGROSALUD y los resultados obtenidos en campo, la opinión de productores y técnicos, sugieren a la Gerencia de Investigación repetir la validación para mejorar consistencia de los datos.

LITERATURA CONSULTADA

Castaneda, J.W. 1991. Evaluación de Rendimiento de Arroz en El Salvador, 1986-1990. CENTA. San Andrés, El Salvador.

Chandler, R.F. 1984. Arroz en los Trópicos. Guía para el desarrollo de los programas nacionales. Trad. Del Ingles por Edilberto Camacho. IICA. San José, Costa Rica.

Guía de Alimentación y nutrición de la familia salvadoreña por grupos marzo 2009.

Radulovich, R. Y Karremans, J.A.J. 1993. Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación de parcelas de validación de arroz y su rendimiento en kg ha^{-1} , El Salvador 2017.

LOCALIDAD	L-2419 kg/ha.	TESTIGO kg/ha.
CARA SUCIA	3,863.25	3,181.50
	3,863.25	2,954.25
	3,408.75	3,181.50
	3,408.25	3,181.50
	3,863.25	2954.25
NUEVA CONCEPCION	8,181	5,454.00
	7,726.50	3,636.00
	7,272.20	5,681.25
	8,181	5,454.00
	7,602	5,789.00
ZAPOTITAN	5,909.09	5,227.27
	6,363.60	6,818.18
	5,909.09	5,227.27
	7,792.10	6,181.00
	7,792.10	5,908.00
SONSONATE	3,181.50	2,272.50
	3,636	2,272.50
	3,408.75	2,499.75
	4,545	3,408.75
	4,090.50	2,727.00
CHALATENANGO	2,727	2,275.50
	1,363.50	1,363.50
	2,272.60	1,818.00
	2,727	3,636.00
	2,727.00	3,636.00

ANEXO 2: análisis de rendimiento de trilla en línea de arroz l- 2419, el Salvador 2017.

	Rend. Pilada %	Grano entero %	Grano yesoso %
L- 2419 PROMEDIO	65.53	69.80	1.60
CENTA A- 8	68.4	67.3	2.0
PROMEDIO	63.05	61.60	2.80

Fuente: Laboratorio de Certificación de Semillas, DGSV-MAG

Anexo 3. Valor nutricional de la línea de arroz L- 2419, El Salvador 2017.

TRATAMIENTOS	LOCALIDAD	HIERRO (mg/kg)	ZINC (mg/kg)
L- 2419	Zapotitlán	2.43	23.63
PROMEDIO VARIEDADES CONVENCIONALES		2.50	12.00

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola CENTA.

Anexo 4. Genealogía, características agronómicas y reacción a enfermedades de la línea promisoría de arroz, El Salvador 2017.

L-2419	
Días a flor	99
Altura de planta (cm)	101
Longitud de panícula (cm)	23
Piricularia en hoja	Resistente
Piricularia en cuello	Resistente
Helminthosporium	Resistente
Escaldado de la hoja	Resistente
Rhizoctonia	Moderada mente resiste
Falso carbón	Resistente



SELECCIÓN DE GERMOPLASMA DE ARROZ (*Oriza sativa*) CONVENCIONAL Y BIOFORTIFICADO CON Fe y Zn. EL SALVADOR 2017

Luis Alberto Guerrero¹

RESUMEN

Durante la estación lluviosa del 2017 se evaluó en las Estaciones Experimentales de Santa Cruz Porrillo y San Andrés y en el campo experimental de la Universidad de El Salvador 18 cultivares de arroz (riego y seco) biofortificados, con el fin de identificar líneas con buena adaptación, alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades. La evaluación se desarrolló bajo el diseño experimental bloques completos al azar con tres repeticiones, un testigo comercial CENTA A 8 y una variedad internacional IR 64, la unidad experimental estuvo formada por 6 surcos de 6 metros de largo distanciados a 0.30 metros, el área efectiva fue de 1.8m² con una densidad de siembra de 40 kgha⁻¹. Se seleccionaron 4 cultivares de los que resaltaron: CT23215-F₄-65-M (3.5 tha⁻¹), CT 23110-F₂-8-1-1SR-3P (3.21), IR 77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M (2.78 tha⁻¹) y CT 23110-F₂-14-5-4SR-2P (2.36 tha⁻¹), por su similar comportamiento al de los testigos tanto nacional como internacional.

Palabras claves: arroz, biofortificado, adaptación, rendimiento

¹ Investigador de Granos Básicos, CENTA, El Salvador, C.A. Tel 23972258. guerrero_luis_alberto@hotmail.com

INTRODUCCION

En El Salvador a pesar de existir un aumento en los rendimientos de arroz, se está debajo de suplir la demanda interna; sin embargo se mantiene una clara dependencia de la importación de alimentos como cereales, frutas, hortalizas y otros para satisfacer las demandas de país (FAO 2013).por lo que, para equilibrar la oferta de éste cereal se ha tenido que recurrir a las importaciones, con un valor de 38.6 millones de dólares (DGEA-MAG 2015).

En lo relativo al aspecto nutricional en El Salvador, según el fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNICEF), se ha logrado reducir la tasa de desnutrición crónica infantil pasando del 24.7% al 19.2%, lo que indica que 19 de cada 100 menores tienen estatura inadecuada para su edad. Para el Programa Mundial de Alimentos (PMA) de las Naciones Unidas, la desnutrición crónica en El Salvador mantiene un índice del 14%, tanto en la zona rural como urbana, el mapa de la denutrición de 2017 que presenta el PMA, la desnutrición muy alta llega al 11.96% y la padecen en 66 municipios a nivel nacional, en El Salvador, en la zona rural hay una falta de ingesta calórica o una cantidad inadecuada de calorías y en el área urbana existe la cantidad adecuada de calorías, pero no las correctas y ese es un problema, pero no solo de El Salvador, sino en el resto del mundo.. Muchos productores experimentan desnutrición en la forma de un déficit importante del “equilibrio de energía calórica”, que compara el número de calorías que se espera que un persona gaste en la implementación de un plan de desarrollo y el número de calorías a las que la persona tienen acceso, si se necesitan 2,000 calorías sólo para metabolismo básico y así resolver necesidades diarias de subsistencia y 220 calorías adicionales por hora para un trabajo de campo sostenible (ECHO, 2013). La prevalencia en anemia en niños de 12 a 59 meses es del 37.7%. Los representantes del Programa Mundial de Alimentos (PMA) recordaron que el trabajo y la tarea del país a futuro sigue siendo importante , ya que además los objetivos del Desarrollo Sostenible tienen una meta propuesta por El Salvador para reducir la desnutrición.

En CENTA se ha venido efectuando evaluaciones de cultivos mejorados introducidos de Centros Internacionales como de programas nacionales. Además, a través de la introducción de cultivos biofortificados se espera contribuir a la reducción de la desnutrición y mejorar la seguridad alimentaria nutricional principalmente en niños y mujeres del área rural. Estas evaluaciones han permitido obtener variedades que poseen amplia adaptabilidad a las condiciones climáticas que imperan en las zonas de cultivo en el país, con potencial de rendimientos altos, así como de buena calidad de grano tanto para los industriales como para los consumidores de este cereal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de seleccionar cultivares de arroz con alto contenido de zinc y adaptación a zonas aptas para el cultivo, se evaluaron 18 cultivares de arroz biofortificados en las Estaciones Experimentales de Santa Cruz Porrillo y San Andrés y el Campo Experimental de la Universidad de El Salvador, ubicado en San Luis Talpa.

Cuadro 1. Ubicación de parcelas. 2017

LOCALIDADES	ELEVACIÓN (m)	Coordenadas	T ^o C X	HR %	PRECIPITACIÓN mm
San Andrés, Ciudad Arce, La Libertad.	454	13 ^o 48'22.56''N 89 ^o 23'48.33''O	26.8	76	1600
San Luis Talpa, La Paz.	50	13 ^o 28' N 89 ^o 06' W.	27.6		1700
Santa Cruz Porrillo, San Vicente	28	13 ^o 25'47.06''N 88 ^o 48'10.50''O	24.5	61	1565

Dichas evaluaciones se llevaron a cabo bajo el diseño estadístico de bloques completos al azar, con tres repeticiones, las parcelas estaban formadas por seis surcos de 6 metros de largo separados a 0.3 metros cada uno. La densidad de siembra fue de 33 kg/ha. En cuanto a la fertilización fue en base a 146 Kg/ha de nitrógeno, 39 Kg/ha de fosforo y 39 Kg/ha de potasio.

Los cultivares evaluados fueron 18 más dos testigos CENTA A-8 e IR 64 variedades de amplia adaptación nacional e internacional respectivamente.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

De un total de 18 cultivares en evaluación (cuadro 2) se identificaron 8 cultivares considerados como superiores por su comportamiento agronómico. El rendimiento fue tomado al 14% de humedad.

En el análisis estadístico que se efectuó no se tomó en cuenta la localidad de Santa Cruz Porrillo por la pérdida de información en las parcelas. La variable rendimiento fue analizada en el software de Infostat. Cabe mencionar que esta pérdida fue ocasionada por falta de vigor y pobre población de estos cultivares. (En el análisis de varianza efectuado se observa que hay una diferencia altamente significativa para genotipos y las pruebas de hipótesis para la interacción entre genotipo y localidad, según el valor de $p < 0.0012$ (probabilidad) a un nivel de confianza del 1% demuestra que existe diferencia estadísticamente significativa, por lo que lo que el comportamiento de un genotipo puede cambiar dependiendo de las localidades. De acuerdo al cuadro 2, se observa que la fracción superior está formada por cuatro cultivares biofortificados y el testigo comercial CENTA A 8 (3).

En cuanto al contenido de zinc en el grano tomado por medio de la metodología de fluorescencia de rayos X fue de 11 a 14 mg/kg de Zn y el cultivar 5 fue el de mayor contenido (17 mg/Kg) pero por tener un comportamiento muy errático a través de las localidades donde se evaluaron, sobre todo en la de San Luis Talpa no se ha tomado en cuenta. Este cultivo presentó un síntoma de estrés por falta de agua en San Luis Talpa por lo que se consideró que su adaptación podría ser factible en condiciones de riego.

Cuadro2. Rendimientos promedios (kg ha^{-1}) de Ensayo Preliminar de Rendimiento Biofortificados 2017.

Trat.2017	SLT	SA	Prom.	Zn
1	3177	2843	3010 A	11
2	3624	2340	2982 A	13
3	3549	2370	2959.5A	
15	3865	2180	2782 A	14
4	2800	1877	2338 A	14
18	2403	1714	2058 B	13
14	1673	2196	1934 B	
17	1663	1808	1736	10
19	1703	1326	1514	12
6	823	2005	1414	9
10	714	756	735	15
16	1148	1173	1160	14
7	515	1770	1142	9
5	369	1348	858	17
13	814	1234	1024	12
11	549	1210	880	16
12	401	1334	867	11
8	659	870	765	12
9	293	1157	725	11
20	450	827	638	13
PROM.	1545	1612	1584	
Cv.			36.88	
Signif.			**	

Localidades: SLT: San Luis Talpa; SA: San Andrés; SCP: Santa Cruz Porrillo

En el Cuadro 3 se puede observar las principales características agronómicas de los cultivares y se puede apreciar que todas son variedades con buena precocidad, ya que tienen al 50% de floración un promedio de 80 días después de siembra y son similares a los

testigos comerciales CENTA A-8 e IR 64, la cual es considerado con buena precocidad para nuestras condiciones de cultivo.

En cuanto a altura, únicamente el cultivar 18 presenta un altura por debajo de la deseada y podría considerarse que su mejor adaptación es para ambiente de riego y que puede tener problema de adaptación en otras localidades

Cuadro 3. Resultados de evaluación de preliminar de rendimiento de cultivares biofortificados.

Trat	Cultivares	Fl	tha ⁻¹	Ht.	PnL	Zn
1	CT23215-F ₄ -65-M	88	3.50 A	99	25	11
2	CT 23110-F ₂ -8-1-1SR-3P	84	3.21 A	87	27	13
3	TESTIGO (A-8)	84	2.84 A	89	28	-
15	IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M	79	2.78 A	87	26	14
4	CT23110-F ₂ -8-1-3-3SR-3P	82	2.36 A	92	27	14
14	TESTIGO (IR 64)	78	2.00 B	75	25	-
18	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	83	1.76 B	44	27	13
5	CT23110-F ₂ -14-5-4SR-2P	68	1.76 B	95	27	17
17	PCT4\SA\1\1,B0\3\1>37-2-6-3-M-3	74	1.70 B	90	25	10

Fl: Días después de siembra al 50% de floración; Ht: altura en centímetros; PnL: Longitud de la panícula en centímetros, Zn en mgKg⁻¹.

CONCLUSIONES

Se identificaron cuatro cultivares con buen potencial de rendimiento, destacándose los cultivares 1 (CT23215-F₄-65-M) y 2 (CT 23110-F₂-8-1-1SR-3P), mientras que los cultivares 15 (IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M) y 4 (CT23110-F₂-8-1-3-3SR-3P) fueron ligeramente inferiores en rendimiento pero estadísticamente son iguales a la variedad comercial CENTA A 8 (3), con contenido de Zn de 14 mgKg⁻¹, que es el más alto de la fracción pero considerado bajo para los fines de este estudio.

RECOMENDACIONES

Seguir evaluando nuevo germoplasma a fin de obtener los contenidos de Zn deseados.

LITERATURA CONSULTADA

DGEA-MAG. Anuario estadístico 2015. El Salvador.

ECHO (2015). Notas de desarrollo. Oct 2015 N^o 121

FAO (2013). El Salvador en una mirada. www.fao.org/el_salvador/fao-en-el-salvador/el_salvador_en_una_mirada/es/

[LaPrensaGrafica.com/2014/08/24/desnutrición-infantil-no-deja-de-golpear-en-zonas-rurales #Sthash.et5KQKJu.dpuf](http://LaPrensaGrafica.com/2014/08/24/desnutrición-infantil-no-deja-de-golpear-en-zonas-rurales/#Sthash.et5KQKJu.dpuf).



DESARROLLO DE VARIEDADES FOTOSENSITIVAS DE SORGOS (*Sorghum bicolor* L. Moech) NORMALES Y CON GENES “bmr” (VENA CAFÉ) BAJO EL SISTEMA DE RELEVO CON MAÍZ, 2017

Ricardo Estebez George Ferman ¹

RESUMEN

El sorgo es el segundo grano en volumen producido en El Salvador, el cual, en los últimos años ha presentado incrementos significativos en el mercado local, principalmente cuando hay escases de otros granos que son de uso alimenticio para animales. Por tal razón la generación de variedades de sorgo criollos para grano y con buena calidad de rastrojo es de mucha importancia para nuestros agricultores. El estudio se realizó en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, ubicada a 30 msnm, El ensayo inicio en mayo con el establecimiento del cultivo de maíz. En la época de agosto, diez días antes de la dobla del maíz y en parcelas sin diseño estadístico fueron sembradas 12 líneas uniformes de sorgo criollos; en lote distinto y selección por surco fueron sembradas 45 líneas en proceso de mejoramiento genético. En la primera actividad el objetivo fue someter estos materiales a fase de depuración genética (eliminación de plantas atípicas) las variables principales a evaluar fueron: altura de planta, color de grano y días a floración. En la segunda actividad el objetivo principal fue identificar líneas de porte intermedio, de grano blanco y de excelente calidad de rastrojo. Al final de la investigación fueron cosechados los materiales que mejor se adaptaron y respondieron a las variables propuestas por el fitomejorador, en cuanto a la tercera generación, fueron identificadas 25 líneas segregantes para seguir en mejoramiento genético.

Palabras claves: sorgos fotosensitivos, líneas uniformes.

¹ Técnico investigador de sorgo CENTA. El Salvador, C.A. estebezi@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la población mundial, a través de los tiempos ha tenido en el grano de sorgo, una fuente vital de alimento, principalmente en forma de pan, atole, y cerveza, la cual se prepara en ciertas regiones de África, frecuentemente utilizando granos de sorgo de diferentes colores, (House, 1982). En nuestro país, el sorgo cada vez toma más importancia en la alimentación humana, además del uso tradicional, en la alimentación de algunas especies menores tales como aves y cerdos. El sorgo proporciona ingresos con la venta de los excedentes, el grano tiene aplicación tanto en la nutrición humana, como en la alimentación de los animales; el tallo y el follaje se utilizan como forraje verde picado, heno, ensilaje y pastura. En algunos lugares el tallo es utilizado como material de construcción. (House, 1982). El mejoramiento genético ha dado origen a variedades o híbridos cada vez más productivos, con mayor resistencia a hongos, bacterias, virus, insectos, frío, calor, sequía, acidez, salinidad y gran adaptación a las diferentes condiciones, en donde es posible desarrollar la agricultura, (Cabrera, 2002). En el rendimiento de las variedades e híbridos de sorgo influyen características de la planta que son hereditarias, como la precocidad, altura, susceptibilidad al fotoperiodo, y también factores ambientales como la lluvia, la temperatura y la duración del día. El Sorgo no escapa al trabajo de mejoramiento, es así que a través de los años esta especie ha cambiado considerablemente como resultado de mutaciones naturales y por los trabajos efectuados por fitomejoradores.

Los objetivos del mejoramiento en sorgo son influenciados por las condiciones, necesidades y recursos del productor, procesador y consumidor, que van a utilizar el grano y rastrojo. Las estadísticas de la DGEA (2015-2016), reflejan un constante aumento en el área sembrada. Paradójicamente el constante incremento en la demanda mundial de alimentos, obliga a hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles especialmente el recurso tierra-agua, y la utilización eficiente del germoplasma disponible, para desarrollar variedades agronómicamente superiores y más productivas que las ya existentes en el mercado nacional, con el objetivo de obtener mayores rendimientos, por unidad de área y así asegurar la alimentación de la población. Los objetivos principales en esta investigación son: desarrollar variedades con mayor producción, adaptados a sistemas de siembra de relevo o asocio con maíz, precoces, resistencia al acame y desgrane, resistencia a las enfermedades e insectos y calidad de grano. (Poehlman, 1964). Por lo tanto esta investigación se basa en la generación y desarrollo de variedades fotosensitivas mejoradas, que tengan la capacidad genética de resistencia condiciones climáticas desfavorables para el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollada en la Estación Experimental de Santa Cruz porrillo en agosto del año 2017, La ubicación del estudio fue en el Cantón Santa Cruz Porrillo, municipio de Tecoluca, San Vicente, a 30 m.s.n.m., latitud de 13° 26'4" N y longitud 88° 41'08" W. Se le realizó el manejo agronómico tal como lo indica la guía técnica del cultivo de sorgo (CENTA 2014). El estudio inició en agosto, en la cual fueron sembrados en forma de vivero en monocultivo y sin diseño estadístico las líneas uniformes de sorgos criollos, inicialmente se haría siembra al relevo, pero se tomó a bien sembrar en monocultivo para incrementar las líneas y observar el verdadero potencial. El manejo agronómico, se hizo

única fertilización con fórmula 16-20-0 a la siembra u ocho días después, luego se hizo el manejo agronómico lo más semejante a como lo hace el agricultor.

Actividades de mejoramiento desarrolladas en el año 2017:

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE SORGOS CRIOLLOS MEJORADOS CON ALTA CALIDAD DE GRANO Y RASTROJO

La investigación inicio en agosto, fueron sembradas 12 líneas uniformes de sorgos fotosensitivos, éstas en surcos de cinco metros de largo, distanciados a 0.80 mts para formar cada bloque, dividiendo los bloques con calles de uno y dos metros respectivamente, ocho días después de la siembra se hizo una fertilización al cultivo con fórmula 16-20-0, las variables principales a evaluar fueron: altura de planta, color del grano, días a floración.

Cuadro 1. Vivero de líneas uniformes de sorgos criollos, evaluados en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, época de agosto 2017.

<i>N°</i>	<i>CRUZAMIENTO</i>	<i>Selecciones sembradas</i>
1	SAPO V * BO 2043 bajas	2
2	QUESERATEJUTE* SOBERANO alta	1
3	CACHO DE CHIVO * SOBERANO inter.	1
4	TEJUTE * SOBERANO inter.	4
5	TEXISTEPEQUE * SOBERANO inter.	2
6	GUACOTECTIC * SOBERANO alta	1
7	Nva GUADALUPE * RCV inter.	1
Total		12

TERCERA GENERACIÓN DE RETROCRUZAS ENTRE SORGOS CRIOLLOS POR GENERACIONES AVANZADAS (F4 Y F5) DE CRIOLLOS MEJORADOS CON BMR.

Cada línea fue sembrada en forma individual o con la metodología de panoja por surco, cada línea provenientes de la cosecha del ciclo anterior. Se hicieron bloques de cinco metros de largo cada uno, divididos por calles de uno y dos metros, fueron sembrados en monocultivo, se realizó una fertilización a los ocho días después de la siembra. En el desarrollo del cultivo se observaron las líneas que presentaron buen vigor de germinación. Se identificaron con spray las plantas con buen desarrollo, grano blanco, abundante follaje y con genes bmr. Se registraron en libro de campo y se cosecharon al llegar a madurez fisiológica.

Cuadro 2. Selecciones individuales de la tercera generación de retrocruzas entre sorgos criollos por sorgos criollos bmr, Santa Cruz Porrillo, agosto 2017.

ENTRADA	CRUZAMIENTOS	SURCOS SEMBRADOS
1	Blanco liberal* Punta de Lanza bk-2	3
2	Blanco liberal * sapo II bk-1	2
3	Blanco Liberal * Sapo III bk-3	2
4	Blanco Liberal * Sapo V bk-2	2
5	Macartus * Punta Lanza bk-1	1
6	Macartus * Sapo III bk-2	1
7	Macartus * Sapo V bk-1	1
8	790 * Punta de lanza bk-2	1
9	790 * Sapo III bk-4	1
10	790 * sapo V bk-2	1
11	Texistepeque * Sapo III bk-1	1
12	Texistepeque * Sapo V bk-1	1
13	Zam 911* Punta de Lanza bk-3	1
14	Zam 911 * Sapo V bk-4	1
15	Zam 911 * Sapo III bk-2	1
16	Zam 912 * Sapo V bk-1	1
17	Punta de Lanza * Sapo III bk-1	1
18	Sapa * Sapo V bk-1	1
19	Indio * Sapo V bk-2	2
20	Corona * Sapo bk-1	1
21	Corona * Sapo III bk-1	2
22	Corona* Sapo V bk-2	2
23	790 * (Sapo III * BO 2043) bk-1	1
24	805* (Sapo III * BO 2043) bk-1	1
25	Zam 912 * (Sapo III* BO 2043) bk-1	1
26	Macartus * (Sapo III* BO 2043) bk-2	2
27	Corona *(Sapo III* BO 2043) bk-1	1
28	Zam 911* (Sapo III * BO 2043) bk-1	1
29	Texistepeque* (Sapo III* BO 2043) bk-1	1
30	Punta de Lanza *(Sapo III * BO 2043) bk-1	1
31	Sapa *(Sapo III* BO 2043)bk-2	1
32	Indio* (Sapo III* BO 2043) bk-2	1
33	Blanco Liberal * (Sapo III * BO 2043) bk	2

34	Blanco Liberal * (Sapo II* BO 2043) bk	2
Total		45

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vivero de líneas uniformes de sorgos criollos mejorados con alta calidad de grano y rastrojo.

La actividad descrita, en la cual fueron evaluados siete cruzamientos, muestra la poca cantidad de líneas evaluadas en generaciones avanzadas de mejoramiento genético, esto se debe a la alta presión de selección que se realiza en esta etapa.

Cuadro 3. Vivero de líneas uniformes de sorgos criollos, evaluados en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, época de agosto 2017.

N°	CRUZAMIENTO	Selecciones cosechadas
1	SAPO V * BO 2043 bajas	2
2	QUESERATEJUTE* SOBERANO alta	1
3	CACHO DE CHIVO * SOBERANO inter.	1
4	TEJUTE * SOBERANO inter.	4
5	TEXISTEPEQUE * SOBERANO inter.	2
6	GUACOTECTIC * SOBERANO alta	1
7	Nva GUADALUPE * RCV inter.	1
Total		12

En esta actividad fueron evaluadas las mejores características de las 12 líneas en estudio, se incrementó el material genético, cosechando en promedio cinco libras de cada uno. Para el próximo ciclo de siembra serán sembradas al relevo con maíz y con esto reconfirmar su adaptación bajo este sistema.

TERCERA GENERACIÓN DE RETROCRUZAS ENTRE SORGOS CRIOLLOS POR GENERACIONES AVANZADAS (F4 Y F5) DE CRIOLLOS MEJORADOS CON BMR.

Al final del ciclo de siembra, se seleccionó el material genético que soporto diferentes tipos de dificultades, la más común y de mayor presión de selección fue el acame. Esta variable es determinante durante la evaluación de cada ciclo en mejoramiento genético, por tal razón fueron seleccionadas el 50% (23 selecciones) de las líneas en estudio, estas serán establecidas para la época de agosto 2018.

CONCLUSIONES

Los sorgos fotosensitivos en viveros de evaluación, cada línea mostró el verdadero potencial genético según sus características agronómicas.

Los retrocruzamientos de sorgos criollos por criollos mejorados, aportaron 23 selecciones individuales, estas fueron identificadas por presentar buen color de grano, plantas de buen follaje y de altura intermedia.

RECOMENDACIONES

Evaluar en parcelas de mayor tamaño y en asocio temprano o tardío las líneas uniformes de sorgos fotosensitivos.

LITERATURA CONSULTADA

CABRERA, F, ESTRADA, E. 2002. Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional de Colombia. 482 p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2014. Guía técnica del cultivo de sorgo. Primera edición, impresiones digitales diversas, La libertad, El Salvador, Marzo 2007. San Andrés, El Salvador. 38p.

HOUSE, L. R. 1982. El Sorgo, guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 425 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2012-2013. Anuario de Estadísticas Agropecuarias, 2015/2016. Santa Tecla, El Salvador. MAG. pag 9.

WALL S. J. 1975, Producción y usos del sorgo, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 1975, 398 p.



DESARROLLO DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE SORGO (bmr) Y TANINOS EN EL GRANO 2017.

Ricardo Estebez George Ferman²
German Oswaldo Lopez³

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, durante el año 2017 fueron evaluadas siete actividades, todas en parcelas sin diseño estadístico. El estudio inicio en enero con el establecimiento de 29 líneas uniformes de sorgos precoces para grano, cuyo objetivo fue hacer incremento de los materiales y retro-cruzamiento con los progenitores. En mayo, en instalaciones del CEDAF MORAZAN se estableció una parcela con 31 líneas de sorgos graniferos y forrajeros, con el objetivo de conocer la aclimatación de las nuevas líneas a condiciones climáticas adversas dentro del corredor seco, al final de la investigación se identificaron nueve líneas de grano y siete de forraje. Para la época de mayo se establecieron en parcelas de observación 114 líneas uniformes provenientes de la tropicalización de sorgos sudanes precoces, el objetivo fue de identificar líneas forrajeras para corte con características de variedades, las cuales fueron evaluadas hasta final del año 2017 con el objetivo de hacer conteo de cortes realizados. Producto de esta investigación se identificaron 56 líneas multicortes con potencial forrajero. En la misma época fueron evaluadas dos actividades con sorgos de finalidad forrajera, en la cual se establecieron parcelas en forma separada de 25 líneas de sorgos forrajeros Cowly bmr y 22 líneas de sorgos bmr con taninos; se evaluaron hasta final de año con el objeto de conocer el potencial de rebrote que tienen estos sorgos, al finalizar el estudio fueron seleccionadas cinco líneas bmr con taninos y ocho líneas de sorgo dulce bmr.

Palabras claves: sorgo, líneas uniformes, parcelas, corredor seco, condiciones adversas, aclimatación.

² Técnico investigador de sorgo CENITA. El Salvador, C.A. estebezi@yahoo.com

³ Técnico investigador de sorgo CENITA. El Salvador, C.A.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cultivo de sorgo ha sido uno de los granos básicos importantes a nivel nacional. Este rubro ha incrementado su valor comercial, ya que el grano y forraje se ha visto como una alternativa para la alimentación humana y animal. Durante mucho tiempo el sorgo ha sido la base de la alimentación de muchas poblaciones alrededor del mundo, principalmente en regiones de África y Asia (Wall 1975)

En la actualidad, debido al deterioro de los suelos y las consecuencias del cambio climático, tenemos diferencia en épocas y distribución de las lluvias a nivel nacional. El sorgo tiene la capacidad de adaptarse a suelos de baja fertilidad y es capaz de producir con cantidades de agua inferiores a las que demanda el maíz (Fernández 2007)

El Corredor Seco es una eco-región de bosque tropical seco muy alterada por la actividad humana. Se extiende desde Chiapas, al sur de México hasta Costa Rica, y abarca una franja entre los 0 a 800 msnm de las cuencas que vierten al Pacífico, a lo largo de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. En este territorio se generan sequías cíclicas, muchas de las cuales se relacionan estrechamente con el fenómeno de “El Niño.” La reducción periódica de precipitaciones, y/o su irregularidad, impactan de forma directa en la economía de 1,9 millones de hogares centroamericanos (9,5 millones de habitantes), que tienen como principal medio de vida el cultivo de maíz y frijol (ACF 2014)

En tal sentido Guatemala, Honduras y El Salvador está viviendo una de las sequías más graves de los últimos 10 años, dejando a más de 3.5 millones de personas necesitando asistencia humanitaria. En el Salvador 700 000 personas están con esta necesidad, el MAG estima que 85, 858 ha de maíz se han perdido o dañado, afectando aproximadamente 190, 000 personas que se encuentran en inseguridad alimentaria severa y moderada (FAO 2016) En El Salvador 62 municipios, redujeron su capacidad de producción, siendo estos denominados municipios con recurrencia de sequía severa. Ricardo Navarro, del Centro Salvadoreño de Tecnología Apropriada (CESTA), sostiene que de no invertirse los papeles se está llegando a un estado de desertificación en esas zonas del país. Un informe de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) establecía para 2006 que 40 municipios del país estaban en estado de desertificación. Según la UNCCD, el índice de desertificación del país era del 0.8 %. (<https://www.laprensagrafica.com/elsalvador> 2016)

La selección de plantas de las variedades de sudan, podrían aumentar el grado de resistencia contra afidos (Poelhman 1976). Además de contribuir a través del mejoramiento genético, con la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades del cultivo.

El objetivo de este estudio fue generar variedades forrajeras precoces e intermedias, disponer de líneas donantes de polen “R” con floración intermedia y generar una variedad de sorgo de ciclo corto, tolerante a condiciones climáticas adversas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollada en la estación experimental de Santa Cruz porrillo en tres épocas del año 2017, La ubicación del estudio fue en el Cantón Santa Cruz Porrillo, municipio de Tecoluca, San Vicente, a 30 m.s.n.m., latitud de 13° 26’4” N y longitud 88° 41’08” W. Se realizó el manejo agronómico tal como lo indica la guía técnica del cultivo

de sorgo (CENTA 2014) Las actividades desarrolladas en esta investigación son las siguientes:

LÍNEAS UNIFORMES DE SORGOS BMR CON TANINOS.

Esta actividad fue realizada en mayo, mediante el establecimiento de un vivero sin diseño estadístico de 22 líneas de sorgo rojo con finalidad forrajera, después del primer corte se manejó el rebrote. La siembra del vivero consistió en evaluar 22 líneas de sorgo bmr con taninos, estas fueron comparadas con el CENTA S-3 bmr, fueron sembradas cuatro líneas bmr rojas en forma continua; cada una con dos surcos de cinco metros de largo, luego cuatro surcos del sorgo comparador hasta completar la cantidad de líneas a evaluar. Cabe mencionar que al inicio y al final fueron sembrados cuatro surcos de la variedad CENTA S-3 bmr. Los principales datos a tomar fueron: sabor del grano, vigor y tolerancia a plagas y enfermedades, rendimiento de biomasa (tha-1) y vigor de rebrote.

Cuadro 1. Líneas promisorias de sorgos forrajeros bmr con taninos, evaluados en Santa Cruz Porrillo, época de mayo-diciembre 2017.

Nº	CÓDIGO	GENEALOGÍA
1	CSV 01587bmrT	CI 0968* ICSV-LM-90509-bk-3-2-1-1-1
2	CSV 01588bmrT	CI 0968* ICSV-LM-90509-bk-3-2-1-3-1
3	CSV 01589bmrT	CI 0968* ICSV-LM-90509-bk-4-1-4-1-1
4	CSV 01590bmrT	CI 0968* ICSV-LM-90509-bk-4-1-4-1-2
5	CSV 01591bmrT	CI 0972* ICSV-LM-90509 bk-10-1-1-2-2
6	CSV 01592bmrT	CI 0936* ICSV-LM-90509 bk-13-2-5-2-1
7	CSV 01593bmrT	CI 0936* ICSV-LM-90509 bk-18-5-4-4-1
8	CSV 01594bmrT	CI 0936* ICSV-LM-90509 bk-18-5-4-4-2
9	CSV 01595bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-2-2-1-3-1
10	CSV 01596bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-2-2-1-3-2
11	CSV 01597bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-2-2-1-3-3
12	CSV 01598bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-2-2-2-1-3
13	CSV 01599bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-2-2-3-1-1
14	CSV 015100bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-2-2-3-1-4
15	CSV 015101bmrT	CI 0943* ICSV-LM-90509 bk-3-1-1-1-1
16	CSV 015102bmrT	CI 0947* ICSV-LM-90509 bk-4-1-1-1-1
17	CSV 015103bmrT	CI 0947* ICSV-LM-90509 bk-4-1-1-2-1
18	CSV 015104bmrT	CI 0947* ICSV-LM-90509 bk-4-1-1-2-3
19	CSV 015105bmrT	CI 0947* ICSV-LM-90509 bk-10-5-1-4-1
20	CSV 015106bmrT	CI 0947* ICSV-LM-90509 bk-10-5-1-4-2
21	CSV 015107bmrT	CI 0973* ICSV-LM-90509 bk-8-1-2-4-2

ABREVIATURAS: C: CENTA; SV: EL SALVADOR 15: Año de generación; 87, 88,: correlativo de cada línea

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE TROPICALIZACIÓN DE SORGOS DE LA ESPECIE SUDAN (*SORGHUM ARUNDINACEUM*) FORRAJERAS PRECOCES.

En mayo fueron sembradas 114 líneas identificadas como uniformes precoces, provenientes de la cruce inter-específica de sorgos bicolor con sudanés, las cuales fueron evaluada en un vivero sin diseño estadístico. Se formaron bloques de cinco metros de largo, divididos por calles de uno y dos metros de separación; en la siembra se estableció dos surcos de testigo CENTA LIBERAL, luego fueron sembradas cuatro líneas en forma alterna con el testigo, cada una con dos surcos de cinco metros de largo hasta completar con el número de líneas a evaluar. Esta parcela fue establecida con dos repeticiones. Las líneas evaluadas fueron cosechadas cuando estas se encontraron en el estado de bota, las cuales fueron comparados los rendimientos con el testigo cosechado al mismo nivel. El testigo sirve de comparador para dos líneas continuas ya sea a la derecha o izquierda, se manejó el rebrote para conocer el vigor de cada línea en estudio, a este se le hizo una fertilización con sulfato de amonio a los ocho días después de cada corte y realizando tres cortes en el ciclo de la evaluación. Las principales variables fueron: Altura de planta, días a floración, días a cosecha, rendimiento de biomasa.

Cuadro 2. Líneas promisorias de sorgos forrajeros precoces, evaluados en Santa Cruz Porrillo, época de mayo-diciembre, 2017

	CÓDIGO	GENEALOGÍA
1	CSVSSFP17-01	(CI0947 bmr x 08 CS 8007 FO 7326 bmr) bk-20-2-1
2	CSVSSFP17-02	(CI0947 bmr x 08 CS 8007 FO 7326 bmr) bk-20-5-1
3	CSVSSFP17-03	(CI0947 bmr x 08 CS 8007 FO 7326 bmr) bk-20-6-1
4	CSVSSFP17-04	(CI0947 bmr x 08 CS 8007 FO 7326 bmr) bk-20-6-3
5	CSVSSFP17-05	(CI0947 bmr x 08 CS 8007 FO 7326 bmr) bk-20-6-4
6	CSVSSFP17-06	(CI0947 bmr x TX 2784) bk-1-3-2
7	CSVSSFP17-07	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-2
8	CSVSSFP17-08	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-8
9	CSVSSFP17-09	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-9
10	CSVSSFP17-10	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-11
11	CSVSSFP17-11	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-12
12	CSVSSFP17-12	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-13
13	CSVSSFP17-13	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-14
14	CSVSSFP17-14	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-7-3-16
15	CSVSSFP17-15	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-2-2
16	CSVSSFP17-16	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-9-2
17	CSVSSFP17-17	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-9-3
18	CSVSSFP17-18	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-9-4
19	CSVSSFP17-19	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-9-6
20	CSVSSFP17-20	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-12-4

21	CSVSSFP17-21	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-12-5
22	CSVSSFP17-22	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-12-6
23	CSVSSFP17-23	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-2-2-1
24	CSVSSFP17-24	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-2-2-3
25	CSVSSFP17-25	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-5-2-1
26	CSVSSFP17-26	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-5-5-1
27	CSVSSFP17-27	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-9-3-2
28	CSVSSFP17-28	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-12-4-1
29	CSVSSFP17-29	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-14-3-1
30	CSVSSFP17-30	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-17-6-2
31	CSVSSFP17-31	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-17-6-3
32	CSVSSFP17-32	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-18-7-1
33	CSVSSFP17-33	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0929 bmr) bk-11-2-1
34	CSVSSFP17-34	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0929 bmr) bk-11-6-1
35	CSVSSFP17-35	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0929 bmr) bk-14-2-1
36	CSVSSFP17-36	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0929 bmr) bk-14-2-5
37	CSVSSFP17-37	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0929 bmr) bk-14-2-7
38	CSVSSFP17-38	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-3-1-1
39	CSVSSFP17-39	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-7-2-1
40	CSVSSFP17-40	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-8-1-1
41	CSVSSFP17-41	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-9-1-3
42	CSVSSFP17-42	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-10-2-1
43	CSVSSFP17-43	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-10-3-1
44	CSVSSFP17-44	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-10-3-2
45	CSVSSFP17-45	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-13-2-1
46	CSVSSFP17-46	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-13-2-2
47	CSVSSFP17-47	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-14-4-3
48	CSVSSFP17-48	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-14-4-4
49	CSVSSFP17-49	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-14-4-5
50	CSVSSFP17-50	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-15-3-4
51	CSVSSFP17-51	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-15-5-1
52	CSVSSFP17-52	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-15-5-2
53	CSVSSFP17-53	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-15-5-4
54	CSVSSFP17-54	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-18-2-1
55	CSVSSFP17-55	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-5-6-1
56	CSVSSFP17-56	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-10-5-3

57	CSVSSFP17-57	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-11-1-1
58	CSVSSFP17-58	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-13-7-1
59	CSVSSFP17-59	(08CS 7 987 FO 7316 bmr x CI0947 bmr) bk-1-1 -1
60	CSVSSFP17-60	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0947 bmr) bk-3-5-1
61	CSVSSFP17-61	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0947 bmr) bk-12-3-1
62	CSVSSFP17-62	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0947 bmr) bk-12-3-2
63	CSVSSFP17-63	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0947 bmr) bk-15-2-1
64	CSVSSFP17-64	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0947 bmr) bk-15-2-2
65	CSVSSFP17-65	(08CS 8007 FO 7326 bmr x CI0947 bmr) bk-15-2-3
66	CSVSSFP17-66	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-2-4-1
67	CSVSSFP17-67	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-9-6-13
68	CSVSSFP17-68	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-10-2-1
69	CSVSSFP17-69	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-13-3-7
70	CSVSSFP17-70	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-13-4-3
71	CSVSSFP17-71	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-19-1-5
72	CSVSSFP17-72	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) bk-11-1-1-2
73	CSVSSFP17-73	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) bk-19-3-1-1
74	CSVSSFP17-74	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-1-14-3-1
75	CSVSSFP17-75	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-1-14-3-5
76	CSVSSFP17-76	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-1-14-4-1
77	CSVSSFP17-77	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-2-6-1-2
78	CSVSSFP17-78	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-10-5-1-2
79	CSVSSFP17-79	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-12-7-2-1
80	CSVSSFP17-80	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja bk-17-6-2-1
81	CSVSSFP17-81	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-16-1-2-1
82	CSVSSFP17-82	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-16-1-2-3
83	CSVSSFP17-83	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0929 bmr) bk-20-1-1-8
84	CSVSSFP17-84	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-1-1-6
85	CSVSSFP17-85	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-1-8-4-5
86	CSVSSFP17-86	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-3-4-1-2
87	CSVSSFP17-87	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-19-2-2-3
88	CSVSSFP17-88	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-20-6-4-2
89	CSVSSFP17-89	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk-20-6-4-3
90	CSVSSFP17-90	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-4-1-4-3

91	CSVSSFP17-91	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-4-6-2-3
92	CSVSSFP17-92	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-4-6-6-1
93	CSVSSFP17-93	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-4-6-8-1
94	CSVSSFP17-94	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-7-1-1-1
95	CSVSSFP17-95	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-7-1-1-4
96	CSVSSFP17-96	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-10-2-7-1
97	CSVSSFP17-97	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-18-2-4-3
98	CSVSSFP17-98	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-18-2-4-4
99	CSVSSFP17-99	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-18-3-1-1
100	CSVSSFP17-100	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-18-3-5-1
101	CSVSSFP17-101	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-19-2-2-1
102	CSVSSFP17-102	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-19-2-4-1
103	CSVSSFP17-103	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-19-3-2-1
104	CSVSSFP17-104	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-19-3-2-3
105	CSVSSFP17-105	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk-19-3-2-4
106	CSVSSFP17-106	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-4-2-1-1
107	CSVSSFP17-107	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-4-5-2-1
108	CSVSSFP17-108	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-5-12-1-1
109	CSVSSFP17-109	(08CS7985 FO 7315 bmr x CI0947 bmr) bk-9-1-2-2
110	CSVSSFP17-110	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0947 bmr) bk-3-4-3-1
111	CSVSSFP17-111	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0947 bmr) bk-6-4-2-1
112	CSVSSFP17-112	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0947 bmr) bk-18-4-1-2
113	CSVSSFP17-113	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0947 bmr) bk-20-11-2-1
114	CSVSSFP17-114	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk-8-6-1-1

ABREVIATURAS: C: CENTA; SV: El Salvador; SSFP: Sorgo Sudan Forrajero Precoz; 17: Año de generación; 01, 02,: Correlativo de cada línea

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE TROPICALIZACIÓN DE SORGOS DE LA ESPECIE SUDAN (*SORGHUM ARUNDINACEUM*) CON FLORACIÓN INTERMEDIAS

Fueron sembradas en agosto 30 líneas uniformes de floración intermedia, las cuales fueron evaluadas en un vivero sin diseño estadístico, se hicieron bloques de cinco metros de largo, divididos por calles de uno y dos metros de separación; estas iniciaron con la siembra comparadores de floración (CENTA RCV y CENTA S-3 bmr) con dos surcos, luego se sembraron en forma continua cuatro líneas, dos surcos por línea; luego dos surcos del testigo y se continuo la siembra de otras cuatro líneas, hasta completar con el número de líneas a evaluar. Los testigos fueron únicamente parámetros para sincronizar floración, ya que las plantas que se buscan en esta investigación son plantas fenotípicamente parecidas a los sudanes, con la diferencia que estos presentan floraciones intermedias. Esta parcela se estableció con dos repeticiones, se les colocó como parámetro de comparación en tiempo de

floración las variedades CENTA RCV y CENTA S-3 bmr. A las líneas evaluadas se le tomaron los datos siguientes: altura de planta, días a floración, tipo de panoja.

Cuadro 3. Líneas promisorias de sorgos tipo sudan con floración intermedia, evaluados en Santa Cruz Porrillo, época de agosto 2017

Nº	CRUZAMIENTOS	LÍNEAS UNIFORMES (LU)
1	(CI0929 bmr x 08 CS7985 FO 7315 bmr) roja	1
2	(CI0947 bmr x TX 2784) bk	3
3	(08CS 7987 FO 7316 bmr x CI0929 bmr) bk	20
4	(TX 2784 x CI0929 bmr) bk	1
5	(TX 2784 x CI0947 bmr) bk	5
Total		30

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DEL SORGO DULCE COWLY CON BMR.

Fueron establecidos en mayo las líneas identificadas como uniformes de sorgos dulces forrajeros, las cuales se evaluaron en un vivero sin diseño estadístico. Se hicieron bloques de cinco metros de largo, divididos por calles de uno y dos metros de separación. Se inició con la siembra de dos surcos de la variedad Cowly que servirá de comparador, continuando con la siembra de cuatro líneas a evaluar, luego dos surcos del testigo y sucesivamente hasta completar con el número de líneas a evaluar. Al final se rellena la parcela con el comparador o testigo. Se manejó el rebrote para conocer el vigor que este tiene, se le hizo una fertilización con sulfato de amonio a los ocho días después del corte y se cosechó en estado masa- leche. Las principales variables evaluadas fueron: altura de planta, días a floración, color del grano, días a cosecha, rendimiento de biomasa.

Cuadro 4. Líneas promisorias de sorgos forrajeros dulces con bmr, evaluados en Santa Cruz Porrillo, época de evaluación mayo-diciembre, 2017

ENTRADA	CÓDIGO	GENEALOGÍA
1	CSVSDF17-01	(COWLY* BO 2043) bk-1-3-1
2	CSVSDF17-02	(COWLY* BO 2043) bk-1-6-1
3	CSVSDF17-03	(COWLY* BO 2043) bk-2-2-2
4	CSVSDF17-04	(COWLY* BO 2043) bk-2-7-4
5	CSVSDF17-05	(COWLY* BO 2043) bk-4-8-1
6	CSVSDF17-06	(COWLY* BO 2043) bk-4-8-2
7	CSVSDF17-07	(COWLY* BO 2043) bk-5-5-1
8	CSVSDF17-08	(COWLY* BO 2043) bk-6-6-2
9	CSVSDF17-09	(COWLY* BO 2043) bk-7-2-1

10	CSVSDf17-10	(COWLY* BO 2043) bk-11-1-1
11	CSVSDf17-11	(COWLY* BO 2043) bk-11-1-2
12	CSVSDf17-12	(COWLY* BO 2043) bk-12-1-1
13	CSVSDf17-13	(COWLY* BO 2043) bk-12-1-3
14	CSVSDf17-14	(COWLY* BO 2043) bk-14-1-2
15	CSVSDf17-15	(COWLY* BO 2043) bk-14-3-1
16	CSVSDf17-16	(COWLY* BO 2043) bk-14-3-3
17	CSVSDf17-17	(COWLY* BO 2043) bk-14-3-4
18	CSVSDf17-18	(COWLY* BO 2043) bk-15-1-1
19	CSVSDf17-19	(COWLY* BO 2043) bk-15-1-2
20	CSVSDf17-20	(COWLY* BO 2043) bk-15-2-2
21	CSVSDf17-21	(COWLY* BO 2043) bk-16-1-2
22	CSVSDf17-22	(COWLY* BO 2043) bk-18-3-1
23	CSVSDf17-23	(COWLY* BO 2043) bk-18-3-3
24	CSVSDf17-24	(COWLY* BO 2043) bk-20-1-2
25	CSVSDf17-25	(COWLY* BO 2043) bk-20-3-3

ABREVIATURAS: C: CENTA; SV: EL SALVADOR; SDF: Sorgo Dulce Forrajero; 17: Año de generación 01, 02,...: correlativo de cada línea

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE LA NUEVA VARIEDAD DE SORGO PARA GRANO CENTA RCV PRECOZ.

La investigación inició en enero, con el establecimiento de 29 líneas uniformes de sorgos para grano provenientes del cruzamiento CENTA RCV por CENTA Liberal. El propósito de la investigación fue identificar líneas precoces y fenotípicamente parecidas a la variedad doble propósito RCV. La evaluación se desarrolló en una parcela sin diseño estadístico, se hicieron bloques de cinco metros de largo, divididos por calles de uno y dos metros de separación, la investigación inicia con la siembra de cuatro surcos de la variedad CENTA LIBERAL como comparador, luego fueron sembradas cuatro líneas a evaluar, cada una con cuatro surcos, a la par fue sembrado el comparador en cuatro surcos y sucesivamente hasta completar con el número de líneas. Para la época de agosto se hizo incremento de semilla de las mejores líneas identificadas.

Las principales variables a evaluar son: altura de planta, días a floración, color del grano, días a cosecha, rendimiento de grano.

Cuadro 5. Líneas promisorias de sorgos graníferos, evaluados en Santa Cruz Porrillo, época de enero y agosto 2017

ENTRADA	CÓDIGO	GENEALOGÍA
1	CSVRL17-01	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-3-6-1-1

2	CSVRL17-02	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-3-8-2-1
3	CSVRL17-03	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-3-2-3
4	CSVRL17-04	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-3-2-4
5	CSVRL17-05	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-5-4-1
6	CSVRL17-06	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-5-4-3
7	CSVRL17-07	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-5-4-4
8	CSVRL17-08	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-5-2-1-1
9	CSVRL17-09	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-7-3-1-1
10	CSVRL17-10	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-7-3-1-2
11	CSVRL17-11	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-7-3-1-3
12	CSVRL17-12	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-2-1-4
13	CSVRL17-13	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-2-4-1
14	CSVRL17-14	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-1-4
15	CSVRL17-15	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-3-1
16	CSVRL17-16	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-2
17	CSVRL17-17	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-3
18	CSVRL17-18	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-4
19	CSVRL17-19	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-5
20	CSVRL17-20	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-6
21	CSVRL17-21	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-7
22	CSVRL17-22	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-8
23	CSVRL17-23	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-9-2-1-3
24	CSVRL17-24	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-10-5-2-1
25	CSVRL17-25	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-13-12-2-2
26	CSVRL17-26	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-13-13-2-1
27	CSVRL17-27	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-13-13-2-2
28	CSVRL17-28	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-15-2-2-5
29	CSVRL17-29	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-19-3-3-1

ABREVIATURAS: C: CENTA; SV: EL SALVADOR; RL: RCV/LIBERAL; 17: Año de generación 01, 02,...: correlativo de cada línea

CRUZA REGRESIVA DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE LA NUEVA VARIEDAD DE SORGO GRANIFERO CENTA CRV PRECOZ.

De la parcela evaluada con 29 líneas uniformes del cruzamiento RCV por Liberal se aprovechó el establecimiento de los materiales para realizar una segunda retrocruza con las líneas identificadas con precocidad. Realizando en promedio 10 polinizaciones manuales a cada una, siendo el progenitor femenino la línea en estudio y el donante de polen la variedad CENTA Liberal. El proceso consistió en emascular, capar o eliminar las anteras

de la panoja de las plantas identificadas, tres a cuatro días después se trasladó el polen de la variedad CENTA Liberal; diez días después se descubrieron para que finalizara con el llenado del grano.

Cuadro 6. Segunda retro cruza de sorgos graniferos RCV por Liberal, evaluados en Santa Cruz Porrillo, época de mayo y agosto, 2017

N°	GENEALOGÍA
1	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -1
2	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -2
3	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -3
4	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -4
5	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -5
6	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -6
7	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -7
8	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -8
9	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -9
10	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -10
11	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -11
12	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -12
13	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -13
14	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -14
15	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -15
16	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -16
17	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -17
18	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -18
19	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -19
20	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -20

ADAPTABILIDAD DE LÍNEAS PROMISORIAS DE SORGOS CON TOLERANCIA A CONDICIONES ADVERSAS.

La investigación se realizó en mayo-agosto del 2017, en las instalaciones del CEDAF-MORAZAN. Se estableció una parcela sin diseño estadístico, en la cual fueron evaluadas 29 líneas uniformes del cruzamiento RCV por Liberal identificadas con potencial de grano y forraje. Se hicieron bloques de cinco metros de largo, divididos por calles de uno y dos metros de separación. La investigación inicia con la siembra de cuatro surcos de la variedad CENTA LIBERAL como comparador, luego fueron sembradas cinco surcos de cada línea, cada una con cuatro surcos, a la par fue sembrado el otro comparador (CENTA RCV),

posteriormente otras cuatro líneas y alternando los comparadores hasta completar con el número de líneas evaluadas. Los principales datos a tomar fueron: días a flor, altura de planta y rendimiento (kg h^{-1}), adicionalmente se registraron datos de lluvia durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 7. Líneas promisorias de sorgos forrajeros y de grano, evaluadas en el CEDAF-Morazán, época de mayo 2017

ENTRADA	CÓDIGO	GENEALOGÍA
1	CSVRL17-01	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-3-6-1-1
2	CSVRL17-02	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-3-8-2-1
3	CSVRL17-03	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-3-2-3
4	CSVRL17-04	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-3-2-4
5	CSVRL17-05	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-5-4-1
6	CSVRL17-06	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-5-4-3
7	CSVRL17-07	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-4-5-4-4
8	CSVRL17-08	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-5-2-1-1
9	CSVRL17-09	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-7-3-1-1
10	CSVRL17-10	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-7-3-1-2
11	CSVRL17-11	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-7-3-1-3
12	CSVRL17-12	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-2-1-4
13	CSVRL17-13	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-2-4-1
14	CSVRL17-14	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-1-4
15	CSVRL17-15	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-3-1
16	CSVRL17-16	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-2
17	CSVRL17-17	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-3
18	CSVRL17-18	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-4
19	CSVRL17-19	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-5
20	CSVRL17-20	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-6
21	CSVRL17-21	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-7
22	CSVRL17-22	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-8-3-4-8
23	CSVRL17-23	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-9-2-1-3
24	CSVRL17-24	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-10-5-2-1
25	CSVRL17-25	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-13-12-2-2
26	CSVRL17-26	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-13-13-2-1
27	CSVRL17-27	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-13-13-2-2
28	CSVRL17-28	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-15-2-2-5
29	CSVRL17-29	(CENTA RCV x CENTA LIBERAL) bk-19-3-3-1

ABREVIATURAS: C: CENTA; SV: EL SALVADOR; RL: RCV/LIBERAL17: Año de generación 01, 02,...: correlativo de cada línea

A todas las actividades descritas en este protocolo le realizaron dos fertilizaciones; La primera a la siembra u ocho días después, con fórmula 16-20-0 y la segunda a los 30 días con sulfato de amonio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

LÍNEAS UNIFORMES DE SORGOS BMR CON TANINOS.

El estudio basado en la evaluación de los sorgos forrajeros bmr con taninos, muestran sus principales características agronómicas, con sus respectivos rendimientos.

Cuadro 8. Rendimientos de biomasa en líneas promisorias de sorgos forrajeros bmr con taninos, evaluadas en Santa Cruz Porrillo, época de mayo-diciembre 2017.

ENTRADA	LÍNEA EXPERIMENTAL	DÍAS FLOR	REND. BIOMASA 1° Th ¹	REND. BIOMASA 2° Th ¹	Evaluación de Rebrote (1-5)	REND. BIOMASA PROM.
1	CSV 01587bmrT	70	38.63	48.28	2.5	43.46
2	CSV 01588bmrT	70	43.18	53.97	1	48.58
3	CSV 01589bmrT	72	50	62.5	3.5	56.25
4	CSV 01590bmrT	72	47.72	59.65	5	53.69
5	CSV 01591bmrT	74	44.09	55.11	1	49.60
6	CSV 01592bmrT	70	43.18	53.97	1	48.58
7	CSV 01593bmrT	77	41.81	52.26	2.5	47.04
8	CSV 01594bmrT	77	43.18	53.97	2.5	48.58
9	CSV 01595bmrT	102	63.63 TARDIO	79.53	1	71.58
10	CSV 01596bmrT	103	68.18 TARDIO	85.22	2.5	76.70
11	CSV 01597bmrT	103	61.36 TARDIO	76.7	2.5	69.03
12	CSV 01598bmrT	105	56.81 TARDIO	71.01	2.5	63.91
13	CSV 01599bmrT	102	68.18 TARDIO	85.22	2.5	76.70
14	CSV 015100bmrT	107	68.18 TARDIO	85.22	2.5	76.70
15	CSV 015101bmrT	101	56.81 TARDIO	71.01	2.5	63.91
16	CSV 015102bmrT	77	36.36 TARDIO	45.45	1	40.91
17	CSV 015103bmrT	78	31.81	39.76	5	35.79

18	CSV 015104bmrT	77	52.27	65.33	1	58.80
19	CSV 015105bmrT	77	56.81	71.01	5	63.91
20	CSV 015106bmrT	75	39.54	49.42	2.5	44.48
21	CSV 015107bmrT	74	40.9	51.12	2.5	46.01
Promedio	TESTIGO	75.2	42.90	49.62	4.6	46.26

De los 21 tratamientos evaluados, se puede mencionar que únicamente fueron seleccionados cinco de ellos (CSV 01588bmrT, CSV 01591bmrT, CSV 01592bmrT, CSV 015104bmrT) los cuales mostraron rendimientos arriba de la media del testigo, pero lo que mas fortalece la selección es el valor de rebrote, el cual su valoración indica que se puede catalogar como bueno en capacidad de rebrote.

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE TROPICALIZACIÓN DE SORGOS DE LA ESPECIE SUDAN (*SORGHUM ARUNDINACEUM*) FORRAJERAS PRECOCES.

Cuadro 9. Rendimientos de biomasa en líneas promisorias multicortes, evaluadas en Santa Cruz Porrillo, época de mayo-diciembre 2017.

ENTRADA	LÍNEA	DÍAS A FLOR	REND. BIOMASA 1°(Th ⁻¹)	REND. BIOMASA 2°(Th ⁻¹)	REND. BIOMASA 3° (Th ⁻¹)	REND. PROM. (Th-1)
3	CSVSSFP17-03	72	42.6	51.1	0	31.23
4	CSVSSFP17-04	73	36.9	45.5	0	27.47
5	CSVSSFP17-05	73	38.6	36.9	0	25.17
6	CSVSSFP17-06	62	33.0	39.8	28	33.60
9	CSVSSFP17-09	68	36.9	26.7	0	21.20
14	CSVSSFP17-14	66	36.9	25.6	0	20.83
15	CSVSSFP17-15	67	43.8	28.4	0	24.07
16	CSVSSFP17-16	65	34.1	19.9	0	18.00
25	CSVSSFP17-25	65	41.5	31.3	0	24.27
39	CSVSSFP17-39	62	39.8	20.0	0	19.93
40	CSVSSFP17-40	68	31.3	45.5	0	25.60
41	CSVSSFP17-41	70	40.9	45.5	25	37.13
42	CSVSSFP17-42	62	31.3	25.6	18	24.97
43	CSVSSFP17-43	70	39.8	39.8	38	39.20
44	CSVSSFP17-44	62	31.3	28.4	23	27.57
45	CSVSSFP17-45	70	54.0	68.2	45	55.73

47	CSVSSFP17-47	62	33.0	27.5	0	20.17
48	CSVSSFP17-48	62	36.9	68.2	25	43.37
49	CSVSSFP17-49	60	29.5	28.8	0	19.43
50	CSVSSFP17-50	70	43.8	20.0	0	21.27
51	CSVSSFP17-51	60	26.1	30.0	0	18.70
52	CSVSSFP17-52	62	43.2	37.5	0	26.90
53	CSVSSFP17-53	70	31.3	56.8	40	42.70
54	CSVSSFP17-54	62	36.9	62.5	53	50.80
55	CSVSSFP17-55	70	39.8	65.3	33	46.03
56	CSVSSFP17-56	70	43.2	25.6	0	22.93
57	CSVSSFP17-57	70	28.4	71.0	57	52.13
59	CSVSSFP17-59	62	36.9	31.3	0	22.73
67	CSVSSFP17-67	62	31.3	37.5	38	35.60
68	CSVSSFP17-68	62	34.1	33.0	0	22.37
69	CSVSSFP17-69	72	39.8	68.2	0	36.00
70	CSVSSFP17-70	70	34.1	96.6	35	55.23
71	CSVSSFP17-71	70	48.3	34.1	30	37.47
72	CSVSSFP17-72	70	38.6	54.0	20	37.53
83	CSVSSFP17-83	60	31.3	31.3	28	30.20
86	CSVSSFP17-86	62	40.9	49.4	10	33.43
90	CSVSSFP17-90	70	55.7	79.5	45	60.07
93	CSVSSFP17-93	62	45.5	22.5	0	22.67
94	CSVSSFP17-94	62	34.1	32.5	0	22.20
95	CSVSSFP17-95	62	29.5	15.0	0	14.83
96	CSVSSFP17-96	62	31.3	31.3	0	20.87
97	CSVSSFP17-97	62	38.6	35.0	0	24.53
98	CSVSSFP17-98	70	39.8	71.0	28	46.27
99	CSVSSFP17-99	70	45.5	54.0	53	50.83
100	CSVSSFP17-100	70	48.3	40.9	18	35.73
101	CSVSSFP17-101	62	28.4	22.5	0	16.97
102	CSVSSFP17-102		48.3	25.6	0	24.63
103	CSVSSFP17-103	60	31.3	30.0	0	20.43
104	CSVSSFP17-104	62	34.1	42.5	0	25.53
105	CSVSSFP17-105	58	27.3	30.0	0	19.10
106	CSVSSFP17-106	62	34.1	20.0	0	18.03
110	CSVSSFP17-110	60	31.3	20.0	0	17.10

111	CSVSSFP17-111	62	34.1	25.0	0	19.70
112	CSVSSFP17-112	60	26.7	25.0	0	17.23
113	CSVSSFP17-113	68	36.9	52.3	28	39.07
114	CSVSSFP17-114	62	36.9	25.0	0	20.63
Promedio	CENTA LIBERAL	51.5				

De las 114 líneas promisorias de la cruz interespecífica de sorgos bicolor, con sorgos tipo sudan, 56 fueron seleccionadas por ser precoces, de excelente rebrote, de al menos dos cortes en el ciclo de evaluación. En el tercer corte fueron identificadas las mejores líneas forrajeras multicortes, las cuales totalizaron siete según orden de entrada (45, 54, 57, 70, 90, 98 y 99) las cuales mostraron ser precoces, alto potencial de rendimiento, excelente amacollamiento, entre otras características agronómicas de importancia para el evaluador.

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE TROPICALIZACIÓN DE SORGOS DE LA ESPECIE SUDAN (*SORGHUM ARUNDINACEUM*) CON FLORACIÓN INTERMEDIAS

En esta actividad no hubo selección de materiales, ya que ninguno reunió las características deseables por el técnico fitomejorador.

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DEL SORGO DULCE COWLY CON BMR (PRUEBA DE PROGENIES)

Cuadro 10. Rendimientos de biomasa en líneas promisorias de sorgos dulces bmr, evaluadas en Santa Cruz Porrillo, época de mayo-diciembre 2017.

ENTRADA	LÍNEA	REND. BIOMASA 1° Th ⁻¹	Evaluación de rebrote (Escala 1-5)	REND. BIOMASA 2° Th ⁻¹	REND. BIOMASA promedio Th-1
1	CSVSDf17-01	56.8	5	34.1	45.45
2	CSVSDf17-02	42.6	4	21.6	32.1
3	CSVSDf17-03	65.3	3	56.8	61.05
4	CSVSDf17-04	59.7	3	54.0	56.85
5	CSVSDf17-05	54.0	2	29.5	41.75
6	CSVSDf17-06	36.4	2	34.1	35.25
7	CSVSDf17-07	39.2	5	19.9	29.55
8	CSVSDf17-08	40.9	4	21.0	30.95
9	CSVSDf17-09	38.1	4	22.2	30.15
10	CSVSDf17-10	59.7	4	22.7	41.2
11	CSVSDf17-11	60.8	2	28.4	44.6
12	CSVSDf17-12	51.1	4	14.2	32.65
13	CSVSDf17-13	60.8	3	49.4	55.1
14	CSVSDf17-14	45.5	4	62.5	54
15	CSVSDf17-15	59.7	3	48.3	54
16	CSVSDf17-16	52.3	4	49.4	50.85
17	CSVSDf17-17	54.5	3	62.5	58.5
18	CSVSDf17-18	39.8	5	22.7	31.25
19	CSVSDf17-19	43.8	4	22.7	33.25
20	CSVSDf17-20	63.6	5	47.7	55.65
21	CSVSDf17-21	43.8	2	28.4	36.1
22	CSVSDf17-22	62.5	3	45.5	54
23	CSVSDf17-23	47.2	2	28.4	37.8
24	CSVSDf17-24	46.6	3.5	42.6	44.6
25	CSVSDf17-25	51.1	3.5	34.1	42.6
	Promedio COWLY	54.5	1.5	55.78	55.14

De las 25 líneas evaluadas, fueron seleccionados ocho materiales (CSVSDf17-03, CSVSDf17-05, CSVSDf17-06, CSVSDf17-11, CSVSDf17-15, CSVSDf17-17, CSVSDf17-21, CSVSDf17-23) los cuales mostraron rendimientos arriba de la media del

testigo, pero lo que mas fortalece la selección es el valor de rebrote, el cual su valoración indica que se puede catalogar como bueno en capacidad de rebrote.

VIVERO DE LÍNEAS UNIFORMES DE LA NUEVA VARIEDAD DE SORGO PRECOZ PARA GRANO.

Cuadro 11. Rendimientos de grano en líneas promisorias de sorgo precoz, evaluadas en Santa Cruz Porrillo, época de enero, 2017.

Nº	CÓDIGO	DAF	RENDIMIENTO GRANO (Kgh ⁻¹)
1	CSVRL17-01	58	6678.6
2	CSVRL17-02	59	5051.6
3	CSVRL17-03	50	4481.8
4	CSVRL17-04	51	5359.3
5	CSVRL17-05	60	5211.6
6	CSVRL17-06	58	8581.5
7	CSVRL17-07	58	6531.6
8	CSVRL17-08	60	6700.6
9	CSVRL17-09	58	6531.6
10	CSVRL17-10	59	6700.6
11	CSVRL17-11	59	6575.7
12	CSVRL17-12	64	5074.5
13	CSVRL17-13	63	6722.7
14	CSVRL17-14	48	8171.7
15	CSVRL17-15	50	7812.5
16	CSVRL17-16	52	3734.8
17	CSVRL17-17	53	7956.2
18	CSVRL17-18	47	7992.1
19	CSVRL17-19	47	4965.0
20	CSVRL17-20	47	8081.9
21	CSVRL17-21	49	7356.2
22	CSVRL17-22	56	7092.1
23	CSVRL17-23	51	5965.0
24	CSVRL17-24	56	8081.9
25	CSVRL17-25	56	7956.2
26	CSVRL17-26	51	7992.1
27	CSVRL17-27	48	5965.0
28	CSVRL17-28	60	6081.9
29	CSVRL17-29	59	5135.6
LIBERAL	PROMEDIO	55	3476.68

SEGUNDA GENERACIÓN DE CRUZA REGRESIVA DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE LA NUEVA VARIEDAD DE SORGO PRECOZ.

Cuadro 12. Selecciones identificadas con porte intermedio en Segunda generación de Cruza regresiva de la nueva variedad de sorgo precoz, Santa Cruz Porrillo, época de agosto, 2017.

N°	GENEALOGÍA	panojas cosechadas
1	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -1	10
2	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -2	6
3	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -3	12
4	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -4	3
5	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -5	2
6	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -6	6
7	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -7	2
8	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -8	10
9	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -9	8
10	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -10	14
11	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -11	4
12	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -12	5
13	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -13	3
14	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -14	8
15	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -15	8
16	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -16	9
17	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -17	3
18	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -18	1
19	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -19	5
20	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -20	30
total		149

Cuadro 13. Selecciones identificadas con porte bajo en Segunda generación de Cruza regresiva de la nueva variedad de sorgo CENTA CRV precoz, Santa Cruz Porrillo, época de agosto, 2017.

N°	GENEALOGÍA	panojas cosechadas
1	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -1	13
2	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -2	16
3	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -3	12
4	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -4	11
5	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -5	6
6	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -6	10
7	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -7	7
8	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -8	10
9	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -9	10
10	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -10	10
11	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -11	13
12	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -12	15
13	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -13	8
14	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -14	14
15	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -15	2
16	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -16	3
17	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -17	5
18	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -18	6
19	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -19	8
20	2R(CENTA RCV* CENTA LIBERAL) bk -20	1
total		180

Ambos cuadros, muestran el número de surcos sembradas en segunda generación, en los cuales fueron seleccionadas plantas individuales de porte bajo y plantas individuales de porte intermedio, estas fueron identificadas bajo la metodología de mejoramiento genético de selecciones individuales o por pedigrí, en total fueron seleccionadas 149 líneas de porte bajo y 180 líneas de porte intermedio. Estas serán sembradas en ciclo de siembra de enero en forma de panoja por surco.

ADAPTABILIDAD DE LÍNEAS PROMISORIAS DE SORGOS CON TOLERANCIA A CONDICIONES ADVERSAS.

Cuadro 14. Rendimientos promedios de líneas promisorias de sorgos con tolerancia a condiciones adversas.

Nº	CRUZAMIENTO	DÍAS A FLOR	ALTURA (metros)	RENDIMIENTO GRANO (Kgh ⁻¹)
1	CSVRL17-01	72	1.80	5678.6
2	CSVRL17-02	72	1.75	5051.6
3	CSVRL17-03	65	1.80	5481.8
4	CSVRL17-04	65	1.90	5359.3
5	CSVRL17-05	75	1.70	5211.6
6	CSVRL17-06	0	00	00
7	CSVRL17-07	72	2.00	6531.6
8	CSVRL17-08	72	1.80	6700.6
9	CSVRL17-09	70	2.50	4531.6
10	CSVRL17-10	72	2.20	5700.6
11	CSVRL17-11	72	2.40	5575.7
12	CSVRL17-12	78	2.20	5074.5
13	CSVRL17-13	77	2.00	6722.7
14	CSVRL17-14	65	1.90	6171.7
15	CSVRL17-15	63	1.80	5812.5
16	CSVRL17-16	63	1.75	5734.8
17	CSVRL17-17	68	1.80	6956.2
18	CSVRL17-18	60	1.75	5992.1
19	CSVRL17-19	60	1.85	4965.0
20	CSVRL17-20	65	1.75	6081.9
21	CSVRL17-21	68	1.65	6356.2
22	CSVRL17-22	0	1.85	0
23	CSVRL17-23	67	2.0	5965.0
24	CSVRL17-24	73	2.10	4081.9
25	CSVRL17-25	72	2.00	5956.2
26	CSVRL17-26	68	2.0	5992.1
27	CSVRL17-27	60	2.0	5965.0
28	CSVRL17-28	75	2.00	6081.9
29	CSVRL17-29	72	2.00	6135.6
	CENTA RCV	85	1.85	5776.26
	CENTA LIBERAL	89	2.50	3359.07

La evaluación de 29 tratamientos de sorgos con tolerancia a condiciones adversas, mostró resultados favorables a la investigación, ya que fueron nueve líneas promisorias identificadas con potencial de grano y seis líneas de finalidad forrajera; estas líneas soportaron la presión de estrés hídrico que sufre la zona, ya que los pocos milímetros de agua que cayeron en el ciclo del cultivo fueron 339 milímetros, (óptimo para sorgo 560 mm). Se considera que los materiales expresaron su potencial genético en rendimiento, incluso no mostraron demasiada alteración en cuanto a su precocidad.

Cuadro 15. Registro de lluvia en el cultivo de sorgo, ciclo de siembra mayo-agosto 2017,

FECHA	DÍAS	CANT. Mm	FECHA	DÍAS	CANT. mm	FECHA	DÍAS	CANT. Mm
31/05/2017	1	0	02/07/2017	33	0	03/08/2017	65	0
01/06/2017	2	9	03/07/2017	34	0	04/08/2017	66	0
02/06/2017	3	0	04/07/2017	35	0	05/08/2017	67	6
03/06/2017	4	0	05/07/2017	36	6	06/08/2017	68	15
04/06/2017	5	0	06/07/2017	37	0	07/08/2017	69	30
05/06/2017	6	0	07/07/2017	38	2	08/08/2017	70	0
06/06/2017	7	0	08/07/2017	39	1	09/08/2017	71	8
07/06/2017	8	0	09/07/2017	40	0	10/08/2017	72	0
08/06/2017	9	0	10/07/2017	41	0	11/08/2017	73	0
09/06/2017	10	18	11/07/2017	42	0	12/08/2017	74	16
10/06/2017	11	0	12/07/2017	43	0	13/08/2017	75	0
11/06/2017	12	0	13/07/2017	44	0	14/08/2017	76	21
12/06/2017	13	0	14/07/2017	45	0	15/08/2017	77	0
13/06/2017	14	0	15/07/2017	46	0	16/08/2017	78	20
14/06/2017	15	5	16/07/2017	47	0	17/08/2017	79	0
15/06/2017	16	0	17/07/2017	48	0	18/08/2017	80	0
16/06/2017	17	0	18/07/2017	49	0	19/08/2017	81	7
17/06/2017	18	18	19/07/2017	50	0	20/08/2017	82	0
18/06/2017	19	0	20/07/2017	51	0	21/08/2017	83	0
19/06/2017	20	0	21/07/2017	52	0	22/08/2017	84	8
20/06/2017	21	0	22/07/2017	53	0	23/08/2017	85	0
21/06/2017	22	0	23/07/2017	54	0	24/08/2017	86	77
22/06/2017	23	15	24/07/2017	55	0	25/08/2017	87	0
23/06/2017	24	0	25/07/2017	56	0	26/08/2017	88	0
24/06/2017	25	0	26/07/2017	57	0	27/08/2017	89	0
25/06/2017	26	0	27/07/2017	58	0	28/08/2017	90	0
26/06/2017	27	14	28/07/2017	59	0	29/08/2017	91	0
27/06/2017	28	6	29/07/2017	60	0			339 mm
28/06/2017	29	17	30/07/2017	61	0			
29/06/2017	30	6	31/07/2017	62	0			
30/06/2017	31	0	01/08/2017	63	0			
01/07/2017	32	0	02/08/2017	64	14			

CONCLUSIONES

El gen bmr disminuye el vigor de rebrote, comprobándose en la evaluación de sorgos dulces bmr (8 líneas) y sorgos bmr con taninos (5 líneas), ya que en ambas actividades evaluadas en los cuales se encuentran los genes bmr, fueron pocas las líneas (13 totales) que fueron seleccionadas.

En cruzamientos donde se realizó hibridación de las variedades CENTA RCV y LIBERAL, se obtuvieron nueve genotipos con altos rendimientos, de buen color de grano, precoces y con tolerancia a condiciones adversas.

De las 114 líneas promisorias de la cruce interespecífica de sorgos bicolor, con sorgos tipo sudan, 56 fueron seleccionadas por ser precoces, excelente rebrote y al menos dos cortes en el ciclo de evaluación, con alto potencial de amacollamiento, entre otras variables a favor.

Todas las líneas promisorias de sorgos precoces se adaptaron a las condiciones adversas del lugar.

Del grupo de líneas evaluadas para la adaptabilidad en zonas de sequía severa, fueron identificadas nueve con finalidad de grano y seis para forraje.

Se ha verificado que, incorporando genes de precocidad a variedades comerciales de sorgos, sus progenitores se adaptan con facilidad, respondiendo genéticamente a condiciones adversas y su precocidad en el ciclo de producción.

RECOMENDACIONES

Evaluar en ensayos de rendimiento preliminar las mejores líneas de sorgos forrajeros bmr dulces y bmr con taninos.

Evaluar en vivero las mejores líneas forrajeras multicortes, con la finalidad de realizar otro ciclo de mejoramiento genético.

Evaluar en ensayos de rendimiento preliminar el próximo ciclo de siembra y en zonas identificadas con sequía severa, las mejores líneas promisorias identificadas en esta investigación.

Con referencia al apoyo del personal de campo en el CEDAF Morazán, el cual colabora desde el establecimiento del cultivo hasta la cosecha. Se recomienda a las autoridades correspondientes, fortalecer los convenios institucionales con el propósito de obtener los resultados esperados al final de cada investigación.

LITERATURA CONSULTADA

ACF (Fundación ACCIÓN CONTRA EL HAMBRE, España). 2014. La sequía en el Corredor Seco Centroamericano: Escenario de vulnerabilidad y propuestas de intervención a partir de la experiencia acumulada en crisis anteriores. 23p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2014. Guía técnica del cultivo de sorgo. Primera edición, impresiones digitales diversas, La libertad, El Salvador, Marzo 2007. San Andrés, El Salvador. 38p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2016. Corredor Seco en América Central, Informe de situación junio 2016.

Fernández, MA. 2006. Rol del grano de sorgo con altos niveles de taninos obre las producciones de carne y leche. (En línea). Argentina 35 p. consultado el 15 de enero del 2017.

Disponiblenhppt/www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/res15meyer.htm)

HOUSE, L 1982. El Sorgo. Guía para el mejoramiento Genético. Universidad Autónoma de Chapingo. México.425 p.

La Prensa Gráfica. 2016. 62 Municipios en el corredor seco del país (En línea). Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/62-municipios-en-el-corredor-seco-del-pais>. Consultado el 10 de noviembre del 2017.

PHOELMAN, J. 1976. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Nueva York, E.U.A. 1959. México, primera edición. Limusa. 453 p.

WALL, J.; ROOS, W. 1975, Producción y usos del Sorgo. Editorial Hemisferio sur. México / Buenos Aires. 388 p.



ENSAYO REGIONAL DE SORGOS FOTOINSENSITIVOS Y FOTOSENSITIVO CON TOLERANCIA AL PULGÓN AMARILLO (*Melanaphis sacchari*), EL SALVADOR 2017.

German Oswaldo López Escobar⁴

RESUMEN

La investigación se realizó en seis localidades de El Salvador, utilizando 10 materiales de sorgos fotoinsensitivos y ocho fotosensitivos provenientes de la evaluación del 2016 con un vivero de 49 variedades de las cuales se seleccionaron aquellas que presentaron tolerancia al ataque del pulgón amarillo del sorgo; la escala utilizada para medir la severidad del ataque del insecto fue la escala de la Universidad de Texas A&M que consiste en que el término uno es el menos severo y cinco el de mayor severidad; se sembraron cuatro surcos continuos de cada material en estudio, el diseño estadístico utilizado fue Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y las variables que se midieron fueron: Severidad al ataque del pulgón, rendimiento de grano, altura de planta y días a floración; El objetivo principal de este ensayo es seleccionar al menos un material fotoinsensitivo o fotosensitivo que presente tolerancia al daño que causa esta plaga en el cultivo y que incide en la disminución de los rendimientos. En los materiales fotoinsensitivos el mejor rendimiento fue para la variedad CENITA S-2 normal con $4,474.6 \text{ kgha}^{-1}$; en cuanto a severidad, las variedades CENITA S-3 bmr, CENITA Soberano, VG-146, CENITA S-2 normal y Silo Verde presentaron la mayor presencia de plaga; no así el CENITA Liberal que fue la variedad con la menor severidad presentada. Respecto a los materiales fotosensitivos, el mejor rendimiento en grano lo obtuvo la variedad Siete Mujeres con $4,502.9 \text{ kgha}^{-1}$ y en severidad, las variedades Sapa, CENITA ChG, Silo, Sapa Chapín y Zam 911 tuvieron la mayor severidad en los muestreos de la plaga. En este trabajo, se recomiendan los materiales fotoinsensitivos CENITA S2 normal y Silo Verde; y los fotosensitivos Silo y Sapa Chapín por haber obtenido buenos rendimientos en presencia del insecto *Melanaphis sacchari*

Palabras claves: sorgo, fotoinsensitivos, fotosensitivos, tolerancia, severidad

⁴ Técnico investigador de sorgo CENITA. El Salvador, C.A. - gerloes0302@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A finales del año 2015, en El Salvador se reportaron pérdidas significativas del cultivo de sorgo, debido al ataque del pulgón amarillo, quien se reproduce asexualmente en forma acelerada, bajo condiciones favorables de temperatura (10 a 40°C); la hembra, sin necesidad de un macho, da origen a muchos individuos que en una semana son capaces de dañar tallos, hojas y panojas. Este insecto, tiene un ciclo de vida corto (5 a 7 días), con múltiples generaciones por año, hábitos gregarios, es decir se agrupan en colonias abundantes; y se hospedan en zacates y sorgos voluntarios. Los daños pueden iniciar desde los ocho días de nacido hasta la madurez fisiológica del cultivo, cuando el insecto succiona la savia de las hojas, se tornan rojizas por las lesiones, y se provoca la reducción de la fotosíntesis en la planta. Asociado a este daño aparece el hongo de la fumagina, provocado por la mielecilla que excretan los pulgones. Además, en casos extremos, se favorece la transmisión de enfermedades virales; todo este asocio puede provocar la pérdida total del cultivo.

Melanaphis sacchari, puede atacar en todas las etapas del cultivo de sorgo, pero el daño económico usualmente ocurre en las etapas posteriores al desarrollo vegetativo; el daño que causa es que succiona la savia de las hojas, ocasionando que tomen una coloración marrón, presentando un retraso en su crecimiento y afectando el rendimiento del cultivo.

El pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*) es considerada por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria como una plaga de importancia económica que daña a los cultivos de sorgo, avena, caña de azúcar, trigo y cebada, y como hospedantes secundarios al arroz y al maíz. Dicha especie fue identificada oficialmente en México en febrero del 2014 en los municipios de Jiménez, Río Bravo y San Fernando, Tamaulipas; derivado de esta situación, el Gobierno Federal a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, autorizó a partir de abril de 2014 darle atención a la problemática generada inicialmente mediante la implementación del Manejo Fitosanitario del Sorgo contra el pulgón amarillo con el propósito de reducir los niveles de infestación de la plaga y mitigar el riesgo de dispersión de la misma hacia zonas libres del territorio nacional.

Las plantas atacadas presentan un retraso en su crecimiento y un menor rendimiento. Cuando existen condiciones propicias de humedad y temperatura las poblaciones presentan un crecimiento exponencial, logrando invadir tallos y panojas, que en un máximo de 15 días producen el secado y acame de la planta. Producto de su alimentación, las larvas y adultos secretan sustancias azucaradas en la superficie de las hojas, dando origen al desarrollo del hongo que produce la fumagina. Por cada hoja dañada con fumagina se pierde alrededor de un 10 % del rendimiento.

Los daños indirectos son la transmisión de virus como Sugarcane mosaic virus (SCMV) y Sugarcane yellow leaf virus (ScYLV).

Considerando los daños económicos que esta plaga pudiera ocasionar en el cultivo, como parte de la solución se plantea que pudiera ser la resistencia varietal la que dé respuesta al problema que representa el insecto, razón por la cual se plantea este trabajo a fin de evaluar germoplasma con características de tolerancia como posible solución.

Identificar germoplasma de sorgo fotoinsensitivo y fotosensitivo con tolerancia al ataque de pulgón amarillo es el objetivo de este trabajo, el cual se espera conseguir en una evaluación más en la siguiente etapa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la época de agosto 2017 en seis localidades de El Salvador (Ver cuadro 1), las cuales fueron seleccionadas de acuerdo al uso que se tiene del cultivo en ellas y también con el apoyo de los técnicos en las agencias de extensión del CENTA

Se utilizaron 16 materiales de sorgo por localidad, sembrando cuatro surcos continuos de cinco metros de largo con cada material en estudio, siendo la Unidad experimental de 14 m², el área útil de 5.6 m² constituida por los dos surcos centrales en los que se seleccionaron seis plantas para hacer muestreos sistemáticos en el total de hojas de cada planta seleccionada, los surcos fueron distanciados 0.70 mt a los cuales se les quitaron 50 cm de cabecera en cada extremo.

El manejo agronómico fue basado en las recomendaciones que se presentan en la Guía Técnica del CENTA y similar al resto de materiales; aplicaciones contra plagas del follaje no se hicieron pues se quiso asegurar la presencia del insecto en el cultivo; sin embargo, se aplicó un tratador de semilla para controlar plagas del suelo y no se aplicó insecticida contra cogollero por que el daño que se presentó no fue significativo.

Las variables medidas fueron: Rendimiento en grano (kg.ha⁻¹), incidencia y severidad o daño por pulgón en plantas; utilizando la escala de la Universidad de Texas A&M en donde 1 significa leve presencia del insecto y 5 se le asigna a la mayor cantidad de insecto encontrado en las hojas de las seis plantas seleccionadas dentro del área útil

Cuadro 1. Ubicación del Ensayo regional de sorgos fotoinsensitivos y fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

No.	Localidad	Ubicación			Cooperador
		Departamento	Municipio	Cantón	
1	San Juan Opico	La Libertad	San Juan Opico	Talcualuya	Mario Martínez
2	Jefferson	Sonsonate	Sonsonate	Santa Emilia	Roberto Domínguez
3	Estación Izalco	Sonsonate	Izalco	Talcomunca	Astor Cuevas
4	San Luis Talpa	La Paz	San Luis Talpa	El Chagüite	Coop. San Alfredo
5	Santa C. Porrillo	San Vicente	Tecoluca	S.C. Porrillo	Domingo Rivas
6	Cedaf Morazán	PARCELA PERDIDA			

Se tomaron datos durante las tres etapas fenológicas del cultivo anotando una lectura en cada etapa:

Etapa 1

Vegetativa, comprende desde la siembra hasta el inicio del primordio floral (30 a 35 días).

Etapa 2

Reproductiva, se inicia con la emergencia del primordio floral, continúa con la iniciación de ramas primarias, secundarias; agrandamiento del ápice floral, glumas, espiguillas, formación de florcillas con sus estambres y pistilos, finalizando con la maduración (madurez) de los órganos reproductivos.

Etapa 3

Comprende desde la polinización, fecundación del ovario, desarrollo y maduración del grano.

El diseño estadístico utilizado fue Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, las variables a medir fueron:

- Tolerancia al ataque del pulgón
- Rendimiento de grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
- Incidencia (%)
- Severidad (%)

RESULTADOS Y DISCUSION**SORGOS FOTOINSENSITIVOS**

Cuadro 2. Rendimiento promedio por localidad en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ensayo regional de sorgos fotoinsensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Localidad	Medias	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
Sta. C. Porrillo	4229.00	30	135.64	a
Izalco	3285.50	30	135.64	b
Jefferson	3043.81	30	135.64	b
San Juan Opico	2569.52	30	135.64	c
San Luis Talpa	2410.00	30	135.64	c
Promedio	3107.56			

Los mejores rendimientos estuvieron en las Estaciones Experimentales de Santa Cruz Porrillo e Izalco, con $4229 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $3285.50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente; mientras que en San Luis Talpa se observó el rendimiento más bajo con $2,410 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Cuadro 3. Rendimiento promedio en kg ha^{-1} de los tratamientos, Ensayo regional de sorgos Fotoinsensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Tratamiento	Medias	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
CENTA S-2 normal	4474.63	15	180.62	a
Silo Verde	4036.71	15	180.62	b
CENTA Jocoro	3677.49	15	180.62	b
Cowly	2892.21	15	180.62	c
CENTA Liberal	2864.85	15	180.62	c
VG-146	2815.24	15	180.62	c
CENTA S-3 normal	2711.00	15	180.62	c
CENTA S-2 bmr	2683.55	15	180.62	c
CENTA S-3 bmr	2519.05	15	180.62	c
CENTA Soberano	2400.95	15	180.62	c

El mejor rendimiento promedio en grano para los materiales fotoinsensitivos fue para la variedad CENTA S-2 normal con 4474.63 kg ha^{-1} ; sin embargo, los que se alcanzaron con silo Verde y CENTA Jocoro fueron buenos.

Cuadro 4. Promedio de Severidad por localidad de *Melanaphis sacchari* en sorgos Fotoinsensitivos en la época de agosto 2017

Localidad	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
San Juan Opico	17.72	30	0.97	a
Jefferson	12.96	30	0.97	b
Izalco	8.34	30	0.97	c
San Luis Talpa	7.72	30	0.97	c
Sta. C. Porrillo	6.54	30	0.97	c
Promedio	10.66			

La localidad de San Juan Opico presentó la mayor severidad de *Melanaphis sacchari* en relación al resto de las localidades en estudio.

Cuadro 5. Promedios de severidad por tratamientos en sorgos fotoinsensitivos Establecidos en la época de agosto 2017.

Tratamiento	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.
CENTA S-3 bmr	12.4	15	1.02
CENTA Soberano	11.57	15	1.02
VG-146	11.42	15	1.02
CENTA S-2 normal	11.18	15	1.02
Silo Verde	10.79	15	1.02
Cowly	10.48	15	1.02
CENTA S-3 normal	10.42	15	1.02
CENTA Jocoro	10.37	15	1.02
CENTA S-2 bmr	9.83	15	1.02
CENTA Liberal	8.10	15	1.02
Promedio	10.66		

Las variedades CENTA S-3 bmr, CENTA Soberano, VG-146, CENTA S-2 normal y Silo Verde presentaron la mayor severidad en los muestreos realizados; sin embargo cabe destacar que la variedad CENTA Liberal es la que menor severidad presentó al momento de los muestreos.

Cuadro 6. Promedios de Incidencia por localidad del pulgón amarillo, en sorgos Fotoinsensitivos

Localidad	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
San Juan Opico	100	30	2.76	a
Jefferson	100	30	2.76	a
Izalco	97.13	30	2.76	a
San Luis Talpa	94.97	30	2.76	a
Sta. C. Porrillo	62.63	30	2.76	b
Promedio	90.95			

La menor incidencia del pulgón amarillo se presentó en Santa Cruz Porrillo, sin embargo, todos los tratamientos fueron afectados en cuanto a incidencia se refiere.

Cuadro 7. Promedios de Incidencia por tratamiento del pulgón amarillo, en sorgos Fotoinsensitivos

Tratamiento	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.
CENTA S-2 normal	94.8	15	2.49
Silo Verde	93.67	15	2.49
CENTA Soberano	92.6	15	2.49
CENTA S-2 bmr	92.2	15	2.49
Cowly	91.47	15	2.49
CENTA S-3 bmr	91.47	15	2.49
VG-146	91.0	15	2.49
CENTA Jocoro	90.4	15	2.49
CENTA S-3 normal	89.7	15	2.49
CENTA Liberal	82.2	15	2.49
Promedio	90.95		

Siete materiales de sorgo presentaron una incidencia de la plaga arriba del promedio general, mientras que el comportamiento de tres materiales resultó abajo del promedio general destacándose la variedad de CENTA Liberal como la que menor presencia del insecto tuvo respecto a todos los tratamientos de sorgos fotoinsensitivos

Cuadro 8. Comparativo de rendimientos, severidad e incidencia sorgos fotoinsensitivos.

Tratamiento	Rend (Kgha ⁻¹)	Severidad (%)	Incidencia (%)
CENTA S-2 normal	4474.63	11.18	94.8
Silo Verde	4036.71	10.79	93.67
CENTA Jocoro	3677.49	10.37	90.4
Cowly	2892.21	10.48	91.47
CENTA Liberal	2864.85	8.10	82.2
VG-146	2815.24	11.42	91.0
CENTA S-3 normal	2711.00	10.42	89.7
CENTA S-2 bmr	2683.55	9.83	92.2
CENTA S-3 bmr	2519.05	12.4	91.47
CENTA Soberano	2400.95	11.57	92.6

Las variedades CENTA S-2 normal y Silo Verde han presentado tolerancia al ataque del pulgón amarillo dado que han tenido los mejores rendimientos cuando la plaga se ha presentado proporciones arriba del promedio general de severidad e incidencia.

SORGOS FOTOSENSITIVOS

Cuadro 9. Rendimiento promedio por localidad en kg ha^{-1} , ensayo regional de sorgos fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Localidad	Medias	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
Izalco	4008.2	24	213.04	a
S.C. Porrillo	3646.4	24	213.04	a
Jefferson	3425.6	24	213.04	a
San Juan Opico	2985.1	24	213.04	b
San Luis Talpa	2778.0	24	213.04	b
Promedio	3368.7			

Los mejores rendimientos estuvieron en las estaciones experimentales de Izalco, Santa Cruz Porrillo y Jefferson con $4,008 \text{ kg ha}^{-1}$ y $3,646 \text{ kg ha}^{-1}$ y $3,425 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente; mientras que en San Luis Talpa se observó el rendimiento más bajo con $2,778 \text{ kg ha}^{-1}$

Cuadro 10. Rendimiento promedio en kg ha^{-1} de los tratamientos, ensayo regional de Sorgos fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Tratamiento	Medias	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
Siete Mujeres	4502.9	15	183.18	a
Silo	4167.6	15	183.18	a
Sapa Chapín	3559.4	15	183.18	b
Zam 911	3374.1	15	183.18	b
Enano	3358.9	15	183.18	b
CENTA ChG	3000.5	15	183.18	c
Mejorado	2682.0	15	183.18	c
Sapa	2303.8	15	183.18	d

Los mejores rendimientos promedio en grano para los materiales fotosensitivos fueron para las variedades Siete Mujeres con $4502.9 \text{ kg ha}^{-1}$ y Silo con $4,167.6 \text{ kg ha}^{-1}$ además, Sapa Chapín y Zam 911 sus rendimientos son aceptables.

Cuadro 11. Promedio de Severidad por localidad, ensayo regional de sorgos fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto en sorgos fotosensitivos

Localidad	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
San Juan Opico	17.3	24	1.02	a
Jefferson	16.3	24	1.02	a
San Luis Talpa	13.1	24	1.02	b
S.C.Porrillo	12.3	24	1.02	b
Izalco	10.3	24	1.02	b
Promedio	13.9			

En cuanto a severidad, las localidades de San Juan Opico y Jefferson se comportaron similares siendo estas las que tuvieron mayores índices de ataque; mientras que en San Luis Talpa, Santa Cruz Porrillo y Estación Izalco se comportaron similares pero con los menores índices de severidad en cuanto a plaga se refiere.

Cuadro 12. Promedios de severidad por tratamientos ensayo regional de sorgos fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Tratamiento	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.
Sapa	15.1	15	0.8
CENTA ChG	15.0	15	0.8
Silo	14.3	15	0.8
Sapa Chapín	14.3	15	0.8
Zam 911	14.1	15	0.8
Mejorado	12.8	15	0.8
Enano	12.7	15	0.8
Siete Mujeres	12.6	15	0.8
Promedio	13.9		

Las variedades Sapa, CENTA ChG, Silo, Sapa Chapín y Zam 911 presentaron la mayor severidad en los muestreos realizados; sin embargo cabe destacar que la variedad Siete Mujeres es la que menor severidad presentó en los muestreos por lo que no se encontraron diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 13 Promedio de Incidencia por localidad, ensayo regional de sorgos fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Localidad	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.	Significancia estadística
San Luis Talpa	100.0	24	0.51	a
Jefferson	99.8	24	0.51	a
San Juan Opico	98.8	24	0.51	a
Izalco	97.6	24	0.51	b
S.C. Porrillo	69.5	24	0.51	c
Promedio	93.1			

En la localidad de San Luis Talpa la incidencia fue del 100% lo que indica que el insecto estuvo presente en todos los tratamientos y en los tres muestreos realizados; no así en Santa Cruz Porrillo en donde la incidencia encontrada fue la menor entre todas las localidades.

Cuadro 14. Promedios de Incidencia por tratamiento, Ensayo regional de sorgos fotosensitivos con tolerancia al pulgón amarillo, El Salvador 2017, en época de agosto

Tratamiento	Medias (%)	No. De datos	Error Exp.
Sapa	95.1	15	1.1
Silo	94.4	15	1.1
Sapa Chapín	94.4	15	1.1
CENTA ChG	92.7	15	1.1
Siete Mujeres	92.5	15	1.1
Zam 911	92.3	15	1.1
Mejorado	91.9	15	1.1
Enano	91.8	15	1.1

Sapa, Silo y Sapa Chapín presentaron una incidencia arriba del promedio general, mientras que el comportamiento de cinco materiales, resultó abajo del promedio general destacándose la variedad de enano como la que menor presencia del insecto tuvo respecto a todos los tratamientos de sorgos fotosensitivos.

Cuadro 15. Comparativo de rendimientos, severidad e incidencia ensayo regional sorgos fotosensitivos con tolerancia a pulgón amarillo, El Salvador 2017, época de agosto

Tratamiento	Rend (kg ha^{-1})	Severidad (%)	Incidencia (%)
Siete Mujeres	4502.9	12.6	92.5
Silo	4167.6	14.3	94.4
Sapa Chapín	3559.4	14.3	94.4
Zam 911	3374.1	14.1	92.3
Enano	3358.9	12.7	91.8
CENTA ChG	3000.5	15.0	92.7
Mejorado	2682.0	12.8	91.9
Sapa	2303.8	15.1	95.1

Las variedades Silo y Sapa Chapín han presentado tolerancia al ataque del pulgón amarillo dado que han tenido los mejores rendimientos después de Siete Mujeres cuando la plaga se ha presentado en sus proporciones elevadas de severidad en estos dos materiales.

CONCLUSIONES

Todos los materiales evaluados tuvieron presencia del pulgón amarillo del sorgo.

Las variedades fotoinsensitivas CENTA S-2 normal ha tenido el mejor rendimiento, con una severidad arriba del promedio de todos los tratamientos.

Las variedades fotoinsensitivas CENTA Liberal y CENTA S-2 bmr tuvieron rendimientos de 2864 kg ha^{-1} y 2683 kg ha^{-1} respectivamente los cuales son aceptables, ambos presentaron la menor severidad entre los tratamientos lo que indica que estos materiales aunque presentan menor tolerancia puede decirse que son menos preferidos por la plaga.

Las variedades fotosensitivas Silo y Sapa Chapín han tenido los mejores rendimientos con una severidad arriba del promedio de todos los tratamientos.

RECOMENDACIONES

Demostrar en parcelas de productores, los rendimientos de las variedades fotoinsensitivas CENTA S-2 normal y Silo Verde utilizando además el comparador de la zona.

Demostrar en parcelas de productores, los rendimientos de las variedades fotosensitivas Silo y Sapa Chapín utilizando además, el comparador de la zona.

LITERATURA CONSULTADA

HERRERA, E. 2013 Como medir el nivel de daño de una enfermedad en plantas, Universidad Rafael Landívar, sede Escuintla.

POEHLMAN, JM. 1976, Mejoramiento Genético de las Cosechas, Editorial Limusa, México, 115-116 p

REYES, CR. 2015, Recomendaciones para el manejo del pulgón amarillo del sorgo, Panorama Agropecuario, Revista Mensual del Campo.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2014, Pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner), ficha técnica 43



ENSAYO REGIONAL DE SORGO PARA FORRAJE DE ENSILAJE CON TANINOS Y “bmr”, EL SALVADOR 2017.

German Oswaldo López Escobar ¹

RESUMEN

El estudio se desarrolló en 7 localidades ganaderas de El Salvador, en la cual se evaluaron sorgos rojos con finalidad forrajera, el objetivo de la investigación fue identificar líneas forrajeras con buena capacidad de rebrote, buen rendimiento, se estableció el ensayo con un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar en seis localidades, en las cuales fueron evaluados 14 tratamientos más dos testigos (CENTA CF y CENTA S-3 bmr) con tres repeticiones, cuatro surcos continuos de cinco metros de largo, un área experimental de 14 m² y un área útil de 5.6 m²; el área total del ensayo fue de 750 m². El periodo de la evaluación fue de mayo a diciembre del 2017 debido a que se manejó el rebrote. El mejor rendimiento lo obtuvo el testigo CENTA CF con un rendimiento en materia verde de 45.5 tha⁻¹ en el primer corte y 34.86 tha⁻¹ para el segundo corte, seguido de la línea CSV-01560-bmr+Tan con 38.57 tha⁻¹ en el primer corte y el CSV-01508-bmr+Tan, siguió al CENTA CF en el segundo corte como mejor rendidor con 18.42 tha⁻¹.

Palabras claves: sorgo, taninos, gen bmr, digestibilidad, ensilaje, variables, panoja

¹ Técnico investigador de sorgo CENTA. El Salvador, C.A. - gerloes0302@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En el Salvador un 60 % de las ganaderías utilizan el sorgo como materia prima para el ensilaje, por lo que generar variedades con buen rendimiento de grano y forraje y de alta digestibilidad se vuelve de gran importancia. El consumo de grano por los pájaros en el momento de ensilar limita a muchos la siembra de este rubro, pero con la utilización de variedades con taninos y bmr se puede evitar dicho problema. De esta manera los ganaderos podrían reducir el uso de concentrados hasta en un 40%, ya que el ensilaje se enriquecería con el grano y con la incorporación del gen bmr mejoramos la digestibilidad de la planta lo que generaría mayor rentabilidad debido a que reducen gastos en la compra de concentrado y la ventaja que ofrece por su alta capacidad de rebrote pues permite obtener otro corte con menor inversión.

La época de corte de los materiales a ensilar, ya sean de sorgo o maíz, influye mucho en la calidad de silo, es así que generalmente se recomienda, en el caso de sorgo, cortar el forraje cuando el grano esta lechoso-masoso. Sin embargo en esta etapa el sorgo es muy atacado por pájaros, teniéndose en ocasiones pérdida total del grano, dejando únicamente la parte vegetativa de la planta para ser conservada. El control de pájaros aumenta considerablemente los costos de producción y baja la rentabilidad del cultivo. Los granos con alto contenido de taninos generalmente son menos dañados por el ataque de pájaros, aunque estos pueden atacar el grano en la etapa lechosa si no encuentran disponible otra fuente de alimento (Compton 1990). La utilización eficiente de sorgos con alto contenido en taninos en las dietas balanceadas ha constituido para los nutricionistas y formuladores un reto difícil de afrontar, tomándose como primera medida de seguridad la reducción significativa en el porcentaje de inclusión de las dietas (Jaramillo 2005).

El contenido de taninos en el grano de sorgo afecta el consumo de raciones ya que modifica el sabor del forraje, sin embargo en estudios realizados con sorgos que oscilaban entre 1 y 1.7 % de taninos, se demostró que este nivel no tuvo ningún efecto sobre el sabor y en consecuencia sobre la aceptación del forraje por parte del ganado (CENIAP 2005). El contenido en los sorgos de semilla castaña oscila entre 1.3 y 2.0% en comparación con una variación de 0.2 a 0.4 % en otras variedades comunes, llegaron a la conclusión de que se requiere un contenido de tanino en la ración entre 0.64 y 0.83 % (del grano de sorgo) para que afecte en forma significativa la tasa de crecimiento (Wall 1975). Los taninos se combinan con las proteínas formando compuestos taninos-proteínas, que afectaran la digestibilidad de las mismas entre un 3 a un 15%, sobre todo cuando las concentraciones de taninos sobrepasa el 5%.

Seleccionar germoplasma con buen rendimiento de grano, de forraje y de alta digestibilidad es el objetivo planteado en el presente trabajo

MATERIALES Y MÉTODOS

En los meses de mayo y junio 2017 se estableció el ensayo en 7 localidades de El Salvador (Cuadro 1), los cooperadores se buscaron en coordinación con los investigadores del Programa de Producción Animal y las Agencias de Extensión del CENTA, se sembraron 14 líneas más dos testigos, El diseño estadístico utilizado fue de Bloques Completos al Azar, tres repeticiones y cuatro surcos por tratamiento, cada uno separado a 0.70 cm y cinco metros de largo, un área por tratamiento de 14 m², el área útil fue de 5.6 m² (dos surcos

centrales) un área total de 838 m² por localidad, la siembras se hicieron en mayo utilizando un plano de campo como guía, la azarización se hizo con sorteo para determinar la ubicación de cada tratamiento dentro de la parcela; a los treinta días, se colocó una viñeta esterinada en cada tratamiento para identificarlo, donde se anotó la entrada y el nombre del material de sorgo; esta identificación también se hizo al momento de la siembra cuando se colocaron las estacas de separación para cada tratamiento.

El manejo agronómico se realizó según lo recomendado en la guía técnica para sorgo del CENTA, la semilla fue tratada para prevenir plagas del suelo, reforzando esta práctica con un insecticida al suelo para asegurar la protección en los primeros 20 días después de la siembra, las malezas se controlaron manualmente y también con productos químicos dado que las pérdidas en sorgo pueden llegar hasta un 90% si no se controlan; en cuanto a plagas, hubo que controlar el pulgón amarillo con insecticidas a base de Imidacloprid por ser estos los que mejor control han hecho sobre la plaga.

Se hicieron dos épocas de cosecha, la primera a los 83 días después de la siembra cuando el grano presentó el estado masoso lechoso, pesando el material vegetativo con su panoja y anotando los datos en el libro de campo; el rebrote fue cosechado a los 85 días después de la siembra en el estado de punto para ensilar (masa- leche)

Cuadro 1. Ubicación del ensayo regional de sorgos para forraje, con taninos y bmr, evaluados en la época de mayo-diciembre 2017, El Salvador

No.	Localidad	Ubicación			Cooperador
		Departamento	Municipio	Cantón	
1	Zapotitán	La Libertad	Ciudad Arce	Cerro de Plata	Ricardo Hernández
2	Caluco	Sonsonate	Caluco	Agua Caliente	José Castillo
3	San Luis Talpa	La Paz	San Luis Talpa	Amatecampo	Carlos Moran
4	S. C. Porrillo	San Vicente	Tecoluca	S. C. Porrillo	
5	Tecoluca	San Vicente	Tecoluca	El Arco	Ernesto Romero
6	Tejutla	Chalatenango	Tejutla	Aldeíta	Ricardo Landaverde
7	San Miguel	San Miguel	San Miguel	Hato Nuevo	Armando Reyes

Variables a medir: Rendimiento de materia verde (tha⁻¹), Sabor de grano

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RENDIMIENTOS:

a) Primer corte

Cuadro 2. Análisis estadístico “Ensayo regional de sorgos para forraje de ensilaje con taninos y bmr, El Salvador 2017” por localidades.

Localidad	Medias tha^{-1}	No. de datos	Error Experimental	Significancia estadística
S C Porrillo	68.52	48	1.2	a
S Luis Talpa	33.07	48	1.2	b
San Miguel	32.41	48	1.2	b
Caluco	31.82	48	1.2	b
Tecoluca	30.09	48	1.2	b
Zapotitan	27.89	48	1.2	b
Tejutla	27.50	48	1.2	b
Promedio	35.90			

Los mejores rendimientos en materia verde se obtuvieron en la localidad de Santa Cruz Porrillo con 68.5 tha^{-1} , mientras que los demás tratamientos se comportaron similares; así mismo mencionar que la media de rendimiento en Santa Cruz Porrillo, superó en 35.62 tha^{-1} a la media general de las localidades en donde se realizó el ensayo.

Cuadro 3. Medias combinado por genotipo y localidad “ensayo regional de sorgos para forraje de ensilaje con taninos y bmr, El Salvador 2017”

Genotipo	Medias (tha^{-1})	No. de datos	Error Experimental	Significancia estadística
CENTA CF (T 1)	45.5	21	1819.07	a
CSV-01560-bmr+Tan	38.6	21	1819.07	b
CSV-01511-bmr+Tan	37.3	21	1819.07	b
CSV-01528-bmr+Tan	36.9	21	1819.07	b
CSV-01516-bmr+Tan	36.9	21	1819.07	b
CSV-01508-bmr+Tan	36.6	21	1819.07	b
CSV-01525-bmr+Tan	36.4	21	1819.07	b
CSV-01527-bmr+Tan	36.4	21	1819.07	b
CSV-01534-bmr+Tan	36.3	21	1819.07	b
CSV-01566-bmr+Tan	36.1	21	1819.07	b
CSV-01544-bmr+Tan	35.7	21	1819.07	b
CSV-01506-bmr+Tan	35.2	21	1819.07	b
CSV-01509-bmr+Tan	32.8	21	1819.07	b
CSV-01510-bmr+Tan	31.5	21	1819.07	b
CENTA S-3 bmr(T 2)	31.2	21	1819.07	b
CSV-01513-bmr+Tan	30.9	21	1819.07	b

La variedad de sorgo CENTA CF (testigo) superó a todos los materiales en estudio con un rendimiento de 45.5 tha^{-1} superando a la línea CSV-01560-bmr+Tan en 6.9 tha^{-1} la cual mostró el segundo mejor rendimiento.

Cuadro 4. Tratamientos que estuvieron arriba de la media general de rendimiento (35.9 tha^{-1}) en materia verde para el primer corte del “ensayo regional de sorgos para forraje con taninos y bmr, El Salvador 2017

No.	Tratamiento	Rendimiento (tha^{-1})
1	CENTA CF (Testigo)	45.5
2	CSV-01560-bmr+Tan	38.6
3	CSV-01511-bmr+Tan	37.3
4	CSV-01528-bmr+Tan	36.9
5	CSV-01516-bmr+Tan	36.9
6	CSV-01508-bmr+Tan	36.6
7	CSV-01525-bmr+Tan	36.4
8	CSV-01527-bmr+Tan	36.4
9	CSV-01534-bmr+Tan	36.3
10	CSV-01566-bmr+Tan	36.1

Diez materiales en estudio superaron el rendimiento promedio general de los tratamientos, siendo el testigo CENTA CF quien obtuviera 9.6 tha^{-1} arriba del promedio, el otro testigo, CENTA S-3 bmr estuvo por debajo del rendimiento promedio en 4.7 tha^{-1}

b) Segundo corte

Cuadro 5. Análisis estadístico “ensayo regional de sorgos para forraje de ensilaje con taninos y bmr, El Salvador 2017” por localidades.

Localidad	Medias (tha^{-1})	No. de datos	Error Experimental	Significancia estadística
San Miguel	24.41	48	0.70	a
Tecoluca	23.40	48	0.70	a
Sta C Porrillo	17.78	48	0.70	b
Zapotitan	9.92	48	0.70	c
Caluco	9.91	48	0.70	c
Tejutla	9.45	48	0.70	c
Promedio	15.81			

Los mejores rendimientos en materia verde se obtuvieron en las localidades de San Miguel con 24.41 tha^{-1} , Tecoluca con 23.40 Tha^{-1} y Santa Cruz Porrillo con 17.78 tha^{-1} mientras que los demás tratamientos se comportaron similares; así mismo mencionar que la media de rendimiento (15.81 tha^{-1}) fue superada en las localidades antes mencionadas.

Cuadro 6. Medias por Genotipo del “Ensayo regional de sorgos para forraje con taninos y bmr, El Salvador 2017” en el segundo corte

Genotipo	Medias (tha^{-1})	No. de datos	Error Experimental	Significancia estadística
CENTA CF (T 1)	34.86	18	1.14	a
CSV-01508-bmr+Tan	18.42	18	1.14	
CSV-01506-bmr+Tan	17.05	18	1.14	b
CSV-01509-bmr+Tan	16.92	18	1.14	b
CSV-01528-bmr+Tan	15.98	18	1.14	b
CENTA S-3 bmr(T 2)	15.82	18	1.14	b
CSV-01566-bmr+Tan	15.39	18	1.14	b
CSV-01534-bmr+Tan	14.67	18	1.14	c
CSV-01510-bmr+Tan	14.47	18	1.14	c
CSV-01527-bmr+Tan	14.14	18	1.14	c
CSV-01560-bmr+Tan	13.97	18	1.14	c
CSV-01511-bmr+Tan	13.04	18	1.14	c
CSV-01516-bmr+Tan	12.56	18	1.14	c
CSV-01525-bmr+Tan	12.50	18	1.14	c
CSV-01513-bmr+Tan	11.70	18	1.14	c
CSV-01544-bmr+Tan	11.50	18	1.14	c
Promedio	15.81			

La variedad de sorgo CENTA CF (Testigo 1), superó nuevamente a todos los materiales en estudio con un rendimiento de 34.86 tha^{-1} mientras que el CENTA S3 bmr (Testigo 2) igualó la media general de los tratamientos.

Cuadro 7. Tratamientos que estuvieron arriba de la media general de rendimiento (15.81 tha^{-1}) en materia verde para el segundo corte; “Ensayo regional de sorgos para forraje con taninos y bmr, El Salvador 2017

No.	Tratamiento	Rendimiento (tha^{-1})
1	CENTA CF (T 1)	34.86
2	CSV-01508-bmr+Tan	18.42
3	CSV-01506-bmr+Tan	17.05
4	CSV-01509-bmr+Tan	16.92
5	CSV-01528-bmr+Tan	15.98
6	CENTA S-3 bmr(T 2)	15.82

Seis materiales en estudio superaron el rendimiento promedio general de los tratamientos, siendo el testigo CENTA CF quien obtuviera el mejor rendimiento con 16.44 tha^{-1} arriba del segundo material que fue CSV-01508-bmr+Tan.

Cuadro 8. Comparativo de los mejores 6 tratamientos en sus rendimientos en los dos cortes; Ensayo regional de sorgos para forraje con taninos y bmr, El Salvador 2017

Primer Corte		Segundo corte	
Genotipo	Rendimiento (tha^{-1})	Genotipo	Rendimiento (tha^{-1})
CENTA CF (T 1)	45.5	CENTA CF (T 1)	34.86
CSV01560bmr+Tan	38.6	CSV01508bmr+Tan	18.42
CSV01511bmr+Tan	37.3	CSV01506bmr+Tan	17.05
CSV01528bmr+Tan	36.9	CSV01509bmr+Tan	16.92
CSV01516bmr+Tan	36.9	CSV01528bmr+Tan	15.98
CSV01508bmr+Tan	36.6	CENTA S-3 bmr(T 2)	15.82

La variedad CENTA CF se confirma como un material muy bueno para los ganaderos por su rendimiento en el primero como en el segundo corte y las líneas CSV-01528-bmr + tan y CSV-01508-bmr + tan, estuvieron presente en los mejores rendimientos del ensayo.

SABOR DEL GRANO

Entre los 16 materiales que intervinieron en el ensayo, se tomó la localidad de Santa Cruz Porrillo para determinar el sabor de cada uno de los tratamientos por ser esta la representativa en desarrollo del cultivo y rendimiento, encontrándose 4 líneas dulces y 10 líneas amargas o astringentes por la presencia de taninos en el grano.

CONCLUSIONES

La variedad CENTA CF se confirma como un material de alta productividad de forraje.

Las líneas experimentales CSV-01528-bmr+Tan y CSV-01508-bmr+Tan sus rendimientos superaron al testigo CENTA S-3 bmr, pero no superaron al otro mejor testigo que fue el CENTA CF.

Los rendimientos de el primer corte fueron superiores a los rendimientos de el segundo corte, siendo la localidad de Santa Cruz Porrillo la mejor con 68.5 tha^{-1} en el primer corte y San Miguel en el segundo corte con 24.41 tha^{-1}

RECOMENDACIONES

Seguir evaluando en ensayos regionales, los mejores materiales forrajeros bmr + tan identificados en este trabajo, siendo las zonas ganaderas las recomendadas para tal fin.

Realizar pruebas nutricionales al forraje para verificar la calidad nutricional de estas líneas experimentales de sorgo.

LITERATURA CONSULTADA

JARAMILLO, ME. 2005. Sorgos graníferos altos en taninos condensados: significancia nutricional y factibilidad de uso en la alimentación de las aves (en línea). El avicultor.com Año 1, Número 1, págs. 24 – 28. Consultado 20 enero 2017. Disponible en (www.produccionanimal.com) http://www.ceniap.gob.ve/pbd/revista_científica/zootecnia_tropical/zt20050112/texto/sorgo.

Lechería enfrenta vientos cruzados. Congreso Nacional de Invernada AACREA. 2005 Citado en: GAPP www.gapp.com.ar (on line)

Palacios, D. Programa de producción Animal CENTA, El Salvador 2014.

Villasis, HA. Rentabilidad de la introducción de nuevas variedades de sorgo del CENTA en la industria lechera de El Salvador, diciembre 2011, El Salvador 30 p.

WALL, SJ. 1975, Producción y usos del sorgo, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 1975

PROGRAMA DE HORTALIZAS



DENSIDADES DE SIEMBRA DE VITRO-PLANTAS DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) PARA LA PRODUCCIÓN DE MINI-TUBÉRCULOS SEMILLA.

Armando Castellanos⁵

RESUMEN

En El Salvador, en las zonas altas posee condiciones para cultivar papa durante todo el año, la temperatura nocturna siempre es menor de 10°C y durante el día mayor de 18°C. En Zapotitán, Ciudad Arce, departamento de La Libertad, las condiciones en la época seca (noviembre a febrero) son favorables para el cultivo cuando las temperaturas son frescas durante la noche 15°C y cálidas durante el día 30°C máxima. Para la producción de papa se requiere una metodología eficiente de producción de semilla en la que se optimicen los costos de la planta in-vitro, se evite la muerte al trasplante y se obtenga mayor producción de mini tubérculos; razón por la que se evaluaron tres densidades de siembra de vitro plantas, las cuales son 54, 68 y 81 plantas por m². El experimento se realizó en el invernadero de producción de semilla de papa ubicado en las instalaciones del CENITA, con manejo hidropónico de vitro plantas sembradas en jabas, conteniendo cascajo rojo como sustrato. Se sembró la variedad Loman que es de ciclo corto y de muy buena aceptación en el mercado. El Diseño experimental: Completamente al azar con tres tratamientos (T1: 54 plantas/m², T2: 68 plantas/m², T3: 81 plantas/m²) y ocho repeticiones. Solamente existe diferencia estadística para la producción de mini tubérculos de primera y mini tubérculos de segunda por tratamiento y no por planta ni peso de mini tubérculos, lo que indica que el mayor número de mini tubérculos se debe a la densidad de plantas por tratamiento. En la producción de mini tubérculos de primera por tratamiento los mejores fueron T₃ con 249 mini tubérculos de primera por m² y T₂ con 226 mini tubérculos de primera por m², estos son iguales estadísticamente y mejores estadísticamente a T₁, con 153 mini tubérculos por m² de primera. Para la variable producción de mini tubérculos de segunda el mejor fue el tratamiento T₃ superando en 29% al T1.

PALABRA CLAVES: Densidades, papa, vitro plantas

⁵ Investigador del programa de hortalizas CENTA pacastellanos17@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En El Salvador en la zona de Las Pilas, Departamento de Chalatenango, la papa se puede cultivar todo el año, la temperatura nocturna siempre es menor de 10°C y durante el día mayor de 18°C. En Zapotitán, Ciudad Arce, departamento de La Libertad las condiciones en la época seca (noviembre a febrero) son favorables para el cultivo cuando las temperaturas son frescas durante la noche (15 °C) y cálidas durante el día (30°C), En papa si la diferencia de temperatura entre la mínima y la máxima es mayor a los 10 °C el crecimiento y tuberización se ven afectados (CENTA 2002).

En El Salvador la papa se cultiva en la zona alta de Chalatenango con temperaturas bajas y elevaciones alrededor de los 2000 msnm. El área sembrada de papa en el país según anuario estadístico es de 274.4 ha⁻¹ con un promedio de 571.43 quintales por ha⁻¹ (MAG, Economía Agropecuaria 2015-2016); esta puede aumentar significativamente y cultivar durante todo el año ya que se cuenta con las condiciones favorables para el cultivo de papa.

Los cantones Las Pilas y El Centro en la zona alta de San Ignacio, Chalatenango son los lugares donde se siembra papa en nuestro país, razón por la que son fuente de empleo y sustento para las familias que viven en el lugar.

Uno de los problemas que afectan el sector productor de papa, es la carencia de semilla de buena calidad, obligando a los productores a sembrar papa de consumo como semilla, esto provoca que los rendimientos bajen por enfermedades transmitidas por semilla.

En la producción de semilla hay que determinar una metodología que permita producir en las condiciones de temperatura y humedad relativa de nuestro país, para evitar la importación de tubérculos semillas que tiene un valor muy alto provocando fuga de divisas. En las primeras fases de la producción de semilla de papa, CENTA debe proveer material sano, para asegurar la rentabilidad de la producción.

El presente trabajo tiene por objetivo general: Contar con tecnologías de producción de semilla de papa que permita buen rendimiento y calidad sanitaria. El objetivo específico: Determinar la densidad de vitro plantas que producen la mayor cantidad de mini tubérculos de papa con calidad fitosanitaria y peso adecuado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se inició en octubre de 2016 y finalizó en abril de 2017. Se realizó en invernadero de producción de semilla de papa, en San Andrés 1, ubicado 460 m.s.n.m y consistió en sembrar plantas in-vitro procedentes de laboratorio de biotecnología, las que se aclimataron por un periodo de 20 días y posteriormente se trasplantaron a jabas (dimensiones: 30 cm de ancho por 49 cm de largo, Área de 0.15 m²) con sustrato y fertilizadas hidropónicamente. Un mes después del trasplante se aporcan para proteger los tubérculos. Para determinar el rendimiento en la producción de mini-tubérculos semilla, se evaluaron tres densidades de siembra 8 plantas /jaba (54 plantas / m²), 10 plantas /jaba (68 plantas / m²), 12 plantas /jaba (81 plantas / m²).

Se tomaron las variables de rendimiento en número de mini-tubérculos de primera con peso mayor de 4 g, y 2 g, para tubérculos de segunda, en esta evaluación se sembró la variedad Loman que es una papa de ciclo (corto 90 días) y con las características demandadas en el mercado salvadoreño, esta variedad en climas cálidos produce tubérculos pequeños.

Diseño experimental: Completamente al azar.

Repeticiones: 8 repeticiones.

Área experimental: dos jabas.

Área útil: una jaba (0.15 m²).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos 2016-2017.

Tratamientos	Descripción	Área/m ²	Plantas/m ²
T ₁	8 plantas por jaba de (30 x 49 x 16 cm de alto)	0.15	54
T ₂	10 plantas por jaba de (46 x 29 x 16 cm de alto)	0.15	68
T ₃	12 plantas por jaba de (46 x 29 x 16 cm de alto)	0.15	81

Las variables que se midieron fueron:

- a) Altura promedio de planta (cm)
- b) Número de tubérculos de primera por densidad.
- c) Número de tubérculos de primera por planta.
- d) Número de tubérculos de segunda por densidad.
- e) Número de tubérculos de segunda por planta.
- f) Peso promedio de tubérculos de primera (g)
- g) Peso promedio de tubérculos de segunda (g)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ALTURA DE PLANTA.

En la Fig. 1, se aprecia las medias de los tres tratamientos, el T1 (54 plantas/m²) con una altura promedio de 41.88 cm fue la mayor, seguido de T2 (68 plantas/m²) con 39.50 cm y T3 (81 plantas/m²) 37.25 cm. Sin embargo, el análisis de varianza no refleja diferencia estadística entre los tres tratamientos, lo que significa que en las densidades evaluadas no afecta la altura de la planta.

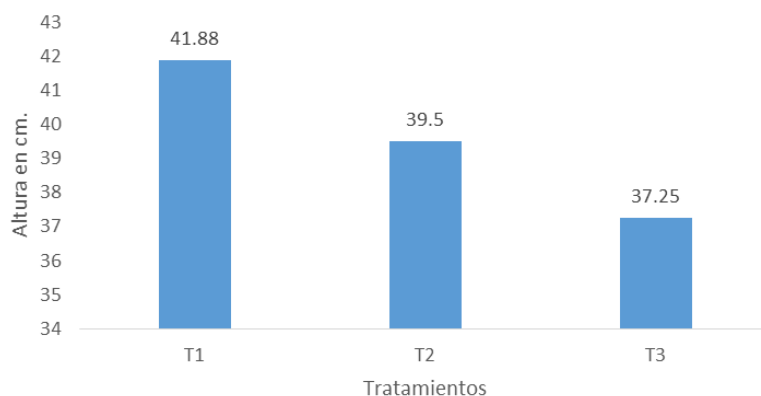


Fig. 1 .Altura promedio de la planta en la evaluación de densidades de siembra para la producción de mini tubérculos de papa. 2017

NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS DE PRIMERA POR TRATAMIENTO.

En el cuadro 2 los tratamientos T₃ y T₂ son iguales estadísticamente y tienen diferencia estadística al 5% respecto al tratamiento T₁. La prueba de Duncan reporta que el mejor tratamiento fue T3 (81 plantas/m²) con 249 mini tubérculos/m² y T2 (68 plantas/m²) con 226 mini tubérculos/m² y estos superan al tratamiento T1 (54 plantas/m²) que alcanzó un número de 153 mini tubérculos/m² lo que significa que la densidad de plantas influye en el rendimiento de mini tubérculos de primera.

Cuadro 2. Número de mini tubérculos de primera por tratamiento en papa 2017.

Tratamientos	Medias/trat. Tubérculos de primera	Media/m ²
T3 (81 plantas/m ²)	37.38 A	249.20
T2 (68 plantas/m ²)	34.00 A	226.70
T1 (54 plantas/m ²)	23.00 B	153.30

Significancia: *5%

NÚMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA POR PLANTA.

En el cuadro 3, número promedio de tubérculos de primera por planta muestra que el T2 (68 plantas/m²) tiene un promedio de 1.7 tubérculos por planta seguido de T3 (81 plantas/m²) con 1.56 tubérculos por planta y por último T1 (54 plantas/m²) con 1.44 tubérculos por planta. El análisis de varianza respecto a número promedio de tubérculos de primera por planta determinó que los tratamientos son iguales estadísticamente, por lo tanto, las densidades utilizadas no afectan el promedio de tubérculos de primera por planta.

Cuadro 3. Número de mini tubérculos de primera por planta en la evaluación de densidades de plantas en la producción de mini tubérculos de papa.2017

Tratamientos	Medias/planta. Tubérculos de primera
T2 (68 plantas/m ²)	1.70
T3 (81 plantas/m ²)	1.56
T1 (54 plantas/m ²)	1.44

Significancia NS.

NÚMERO DE TUBÉRCULOS DE SEGUNDA POR TRATAMIENTO.

El cuadro 4 muestra que los tratamientos T₃ y T₂ son iguales estadísticamente y los tratamientos T₂ y T₁ son iguales estadísticamente, pero existe diferencia estadística al 5% entre el tratamiento T₃ respecto al tratamiento T₁. La prueba de Duncan nos dice que el mejor tratamiento fue T₃ con una media de 305 mini tubérculos/m², superando en 29% al T₁ con 236 mini tubérculos/m².

Cuadro 4. Número de mini tubérculos de segunda por tratamiento 2017.

Tratamientos	Medias/trat. Tubérculos de primera	Media/m ²
T3 (81 plantas/m ²)	45.88 A	305.9
T2 (68 plantas/m ²)	43.00 A	286.7
T1 (54 plantas/m ²)	35.50 B	236.7

Significancia * AL 5 %

NÚMERO DE TUBÉRCULOS DE SEGUNDA POR PLANTA.

El cuadro 5, muestra los resultados de la variable número de tubérculos de segunda por planta en los cuales al realizar análisis de varianza se determina que no hay significancia estadística por lo tanto las densidades de siembra de vitro plantas usadas no influyen en el número de tubérculos de segunda por planta.

Cuadro 5. Número promedio de tubérculos de segunda por planta.2017

Tratamientos	Medias N° tubérculos/planta
T1 (54 plantas/m ²)	2.22
T2 (68 plantas/m ²)	2.15
T3 (81 plantas/m ²)	1.91

Significancia NS

PESO PROMEDIO DE TUBERCULOS DE PRIMERA (g)

En el cuadro 6 el análisis de varianza determinó que no existe diferencia estadística entre los tratamientos para la variable peso promedio de tubérculos de primera en gramos, por tanto, se puede decir que las densidades de siembra evaluadas no influyen en el peso promedio de los tubérculos de primera, considerando todos los tratamientos iguales estadísticamente.

Cuadro 6. Peso promedio de tubérculos de primera en gramos para la producción de mini tubérculos de papa.2017

Tratamientos	Medias tub/primera en g
T1 (54 plantas/m ²)	4.71
T2 (68 plantas/m ²)	4.06
T3 (81 plantas/m ²)	3.79

Significancia NS

PESO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS DE SEGUNDA (g).

El análisis de varianza determinó que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, considerando iguales estadísticamente las medias de los tratamientos, por lo que se concluye; que las densidades evaluadas en el ensayo no influyen en el peso de los tubérculos de segunda.

Cuadro 7. Peso promedio de tubérculos de segunda en gramos para la producción de mini tubérculos de papa.2017

Tratamientos	Medias Peso/tubérculos de segunda g.
T1 (54 plantas/m ²)	1.77
T2 (68 plantas/m ²)	1.64

T3 (81 plantas/m²)

1.34

Significancia NS

CONCLUSIONES

Solamente existe diferencia estadística para la producción de mini tubérculos de primera y segunda categoría; lo que indica que el mayor número de mini tubérculos se debe a la densidad de plantas por unidad de área.

El número de tubérculos por planta y el peso por planta no mostraron diferencia estadística.

En la producción de mini tubérculos de primera categoría se concluye que los tratamientos T₃ con 249 mini tubérculos de primera por m² y T₂ con 226 mini tubérculos de primera por m² son iguales estadísticamente y mejores estadísticamente a T₁ con 153.3 mini tubérculos por m² de primera.

La densidad de siembra afecta el rendimiento en número de mini tubérculos de primera categoría y segunda categoría, sin embargo, el rendimiento por planta se mantiene uniforme indicando que el número de plantas contribuye al incremento en rendimiento.

Para la variable producción de mini tubérculos de segunda por tratamiento el mejor tratamiento fue T₃ que es estadísticamente superior a T₁ en 29%.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la siembra de vitro-plantas con una densidad de 12 plantas por jaba (30 por 49 cm, Área de 0.15 m²), o el equivalente a 81 plantas por metro cuadrado, para la producción de mini tubérculos de papa, ya que fue la mejor media de producción, tanto de mini tubérculos de primera por tratamiento, como en Número de mini tubérculos de segunda por tratamiento.

Realizar esta evaluación en los futuros materiales que se liberen en CENTA para encontrar la mejor densidad de plantas/m² e incluso probar densidades mayores para producir mini tubérculos de papa en cada material.

LITERATURA CONSULTADA.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) 2002, Guía Técnica cultivo de la papa.

CIP. (Centro Internacional de la Papa) 2010. Procedimientos para evaluación estándar de clones de papa. Guía para colaboradores internacionales.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). División de Estadísticas Agropecuarias Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2015- 2016.

Wiersema, S.G.1985. Desarrollo fisiológico de tubérculo semilla de papa, Boletín de información técnica 20. Centro internacional de la papa, Lima, Perú 16 p



EVALUACIÓN DE GENOTIPOS AVANZADOS DE PAPA PARA TOLERANCIA A TIZÓN TARDÍO.

Ing. Carlos Siliézar⁶

RESUMEN

La investigación se realizó de noviembre del 2017 a marzo del 2018, en el municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango. Se evaluó cinco clones de papa 393371.58, 398098.98, 398180.144, 398190.605 y 398190.615 más un testigo. El objetivo de la investigación fue obtener un genotipo de papa que se adapte a las condiciones climáticas de la zona, que sea tolerante a tizón tardío. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se determinó la incidencia (%) y la severidad (%) de tizón tardío, punta morada de la papa y virosis, para ellos se ajustaron dichas variables de porcentaje transformándolas mediante la fórmula de la raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$). En la variable incidencia y severidad de tizón tardío se observó diferencia estadística de los clones sobre el testigo, la incidencia y severidad de la enfermedad punta morada se observó diferencia estadística del clon 393371.58 sobre los demás tratamientos, debido a que fue el genotipo más afectado por la enfermedad. En la incidencia y severidad del virus se observó diferencia estadística del genotipo 398180.144, el cual reportó mayor daño. Para la variable rendimiento se observó falta de homogeneidad de las varianzas debido a la falta de datos de la parcela testigo a consecuencia de tizón tardío; se realizó un análisis de covarianza y manifiesta que no hay diferencia estadística en los rendimientos. Al realizar las pruebas industriales se observa que el clon 398190.605 posee mejores cualidades para la industria con un 21% de materia seca y un grado de color de hojuela claro o amarillo. El clon 393371.58 obtuvo la mejor calificación en la prueba de degustación por lo que se recomienda para consumo en puré y sancochada.

PALABRAS CLAVES: Tizón tardío, Punta morada, virosis, incidencia, severidad

⁶ Técnico investigador del programa de hortalizas. CENTA. carlos.siliezar@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN.

El cultivo de papa en El Salvador es afectado por muchas plagas y enfermedades, dos plagas de importancia económica son el tizón tardío y la punta morada de la papa; el tizón tardío causado por *Phytophthora infestans*, es considerada como la enfermedad más devastadora de la papa a nivel mundial, los síntomas de la enfermedad se reporta en hojas, tallo y tubérculo en el follaje los daños se manifiestan como manchas de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento, no están limitadas por las nervaduras de las hojas, la lesiones se expanden rápidamente, se tornan marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido. El tizón tardío es una enfermedad policíclica debido a que el agente causal (*P. infestans*) es capaz de reproducirse y reinfectar otras plantas durante la misma temporada de cultivo. (CIP, 2002)

Para evaluar la resistencia de un determinado material genético a este tipo de enfermedad se recomienda utilizar el parámetro conocido como área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) por sus siglas en inglés: “área under disease progressive curve”). Este parámetro se calcula basándose en los porcentajes de área foliar afectada por el tizón tardío, los cuales son determinados en forma visual y son registrados con el mismo intervalo de tiempo, o en distintas fechas durante la ocurrencia de la epidemia, el valor más alto de AUDPC corresponde a genotipos más susceptible y el valor más bajo, el más resistente a la enfermedad.

La otra plaga de importancia es la Punta Morada de la Papa (PMP) causada por el vector psilido *Bactericera cockerelli* portador de la bacteria *Candidatus liberibacter solanacearumen*, responsable de la sintomatología de los daños. En El Salvador por primera vez se observó los daños de la enfermedad en Las Pilas, Chalatenango, en el año 2002 y se caracterizan por un achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y una decoloración en las hojas superiores, las cuales tienden a tornarse moradas en algunas variedades, color característico del follaje por el cual toma su nombre la enfermedad. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de PMP desarrollan un pardeamiento interno (oscurecimiento de la pulpa) y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados. (INIFAP, 2007).

En El Salvador en el ciclo agrícola 2015-2016 se cultivó 274.4 ha (MAG, 2016), y se importó 79, 397,672 kg, equivalente a \$7, 241,410.65 millones de dólares americanos. Los rendimientos son de 14.01 t / ha, para satisfacer la demanda interna se necesita 5667.21 ha.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El periodo de la investigación fue de noviembre del 2016 hasta en marzo del 2018, el primer ciclo de generación de papa fue producida en el Laboratorio de Biotecnología de CENTA considerada como la generación básica (G0). Después de un proceso de aclimatación que dura un periodo de 30 días, se sembró en contenedores con sustrato inerte (cascajo rojo) y se fertilizó con solución hidropónica. Al cosechar se obtuvo semilla para incrementar en invernadero durante abril del 2017 y finalizó en agosto del 2018, usando baldes con sustrato inerte y fertilizados con solución hidropónica; los tubérculos cosechados se utilizaron como semilla del ensayo que se estableció en campo con diseño experimental para verificar la adaptabilidad y rendimiento de genotipos de papa

promisorios del Centro Internacional de la Papa (CIP). Se realizó en 3 localidades con un diseño de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones. Estableciendo el ensayo en noviembre del 2017 y cosechando en marzo del 2018.

Las variables a evaluadas fueron: Rendimiento, número de tubérculo por planta. Incidencia y severidad de tizón tardío, según la escala del CIP, la cual se evaluó los 60, 82, 93 y 101 d.d.s. Presencia de sintomatología de punta morada en follaje a los 82, 93 y 101 d.d.s. La sintomatología de virosis, se determinó la incidencia y severidad de virus a los 93 y 101 d.d.s.

A los genotipos se les realizó, en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENTA, las pruebas de calidad para ser procesados por la industria, las que podemos mencionar:

Determinación de materia seca

Oscurecimiento de hojuela (se usa una escala de color del CIP)

Calidad de cocción

Prueba sensorial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

INCIDENCIA DE TIZÓN TARDÍO EVALUADA A LOS 60, 82, 93 Y 101 D.D.S.

Se realizó una transformación de los datos mediante la fórmula de la raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$), debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad, el análisis de varianza (ANOVA) se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de la Varianza incidencia de tizón tardío (SC tipo III). Chalatenango. El Salvador, 2017.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ Incidencia (%)	72	1.00	1.00	2.00

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	782.2140	26	30.0852	13783.6925	<0.0001
Local>bloque	0.0196	9	0.0022	1.0000	0.4540
Local	0.0010	2	0.0005	0.2195	0.8038
Genotipo	782.1887	5	156.4377	71672.8743	<0.0001
Local*geno.	0.0048	10	0.0005	0.2195	0.9931
Error	0.0982	45	0.0022		
Total	782.3123	71			

Se puede observar la variable de incidencia de tizón tardío, donde se demuestra que si hay diferencia estadística de medias con la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Al observar las medias de incidencia (%) de tizón tardío en el cuadro 2, se manifiesta que la variedad Soloma tiene

una media transformada de 8.90% plantas con incidencia de enfermedad, los demás tratamientos su media es de 1.0012 el cual es el resultado de la transformación de datos. Sin embargo en campo no tuvo presencia de tizón tardío, por lo que estadísticamente se comprueba que los clones 398190.605, 398190.615, 393371.58, 398098.98 y 398180.144 no manifestaron incidencia de tizón tardío durante el ciclo fenológico.

Cuadro 2. Comparación de media de incidencia de tizón tardío. Las Pilas, Chalatenango. 2017

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05640

Error: 0.0022 gl: 45

Genotipo	Media	n	E.E.	
Soloma	8.90	12	0.01	A
D 398190.605	1.00	12	0.01	B
E 398190.615	1.00	12	0.01	B
A 393371.58	1.00	12	0.01	B
B 398098.98	1.00	12	0.01	B
C 398180.144	1.00	12	0.01	B

INCIDENCIA DE TIZÓN TARDÍO (CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD)

Para determinar la curva del progreso de la enfermedad y su comportamiento en el desarrollo de la enfermedad durante el ciclo del cultivo se usan los valores registrados durante el muestreo (cuadro 3)

Cuadro 3. Resultado de incidencia de tizón tardío en el cultivo de papa, Chalatenango, El Salvador 2017.

Incidencia de tizón (%)	1° ev.	2° ev.	3° ev.	4° ev
	60 d.d.s	83 d.d.s	93 d.d.s	101 d.d.s
398180.144	0	0	0	0
393371.58	0	0	0	0
398190.615	0	0	0	0
398190.605	0	0	0	0
Soloma	12.92	100	100	100
398098.98	0	0	0	0

Se puede observar la variedad Soloma desde los 60 d.d.s tiene un promedio de 12.92% plantas afectadas por tizón tardío y a los 101 d.d.s el promedio es 100 % plantas afectadas por tizón tardío. Los demás tratamientos los clones no mostraron incidencia de tizón tardío. En la figura 1 se observa el comportamiento de la incidencia del tizón tardío sobre los tratamientos en estudio.

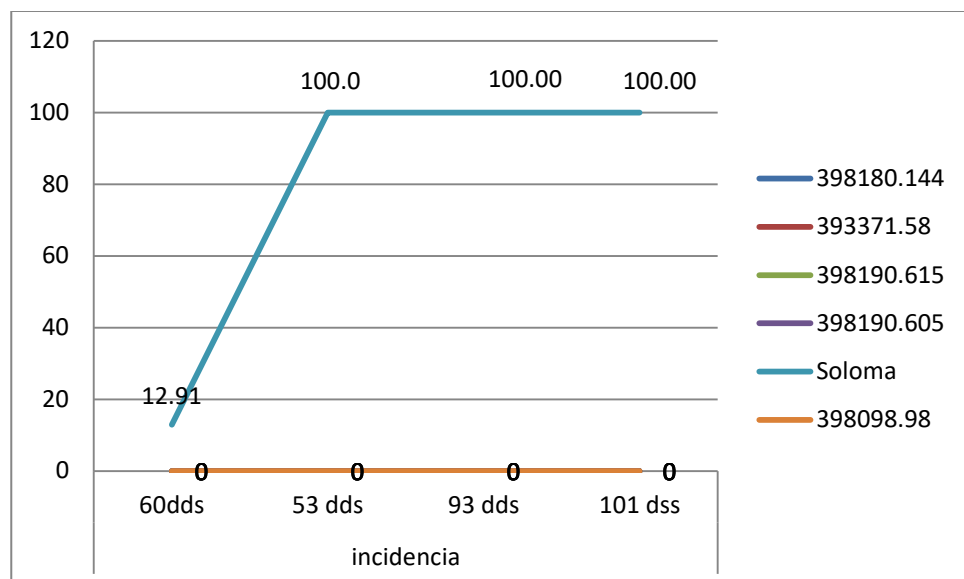


Figura 1. Resultado de incidencia de tizón tardío en el cultivo de papa, Chalatenango, El Salvador 2017.

SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO EVALUADA A LOS 60, 82, 93 Y 101 D.D.S.

Se realizó una transformación de los datos de la severidad de tizón tardío, mediante la fórmula de la raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$), debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad, el análisis de varianza (ANOVA) se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza de severidad de tizón tardío. Chalatenango. El Salvador, 2017. (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	541.19	26	20.81	763.04	<0.0001
Local>bloque	0.25	9	0.03	1.00	0.4540
Local	0.06	2	0.03	1.02	0.3688
Genotipo	540.61	5	108.12	3963.58	<0.0001
Local*geno.	0.28	10	0.03	1.02	0.4423
Error	1.23	45	0.03		
Total	542.42	71			

Con respecto a la severidad de tizón tardío en el efecto de los genotipos, se demuestra que si hay diferencia estadística de medias con la prueba de Bonferroni ($P < 0.05$), al observar las medias de severidad transformados de tizón tardío en el cuadro 5, se manifiesta que la variedad Soloma presentó el más alto promedio de severidad con promedio de 8.35% los demás tratamientos son de 1.00% el cual es el resultado de la transformación de datos. Estadísticamente se comprueba que los genotipos 398190.605, 398190.615, 393371.58, 398098.98 y 398180.144 no manifestaron severidad de tizón tardío durante el ciclo fenológico.

Cuadro 5. Comparación de medias de severidad de tizón tardío.

Genotipos	Medias	n	E.E.	
Soloma	8.35	12	0.05	A
D 398190.605	1.00	12	0.05	B
C 398180.144	1.00	12	0.05	B
A 393371.58	1.00	12	0.05	B
E 398190.615	1.00	12	0.05	B
B 398098.98	1.00	12	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD)

La severidad de daño del tizón tardío en los genotipos se observa en el cuadro 6, la cual se utiliza para realizar la curva del progreso de la enfermedad, donde la variedad Soloma presentó un daño por la enfermedad a los 60 d.d.s, en promedio de 27.92% de daño del área foliar, al final del ensayo el daño promedio fue de 95.67% de área foliar afectado. Los demás genotipos de papa demostraron su resistencia al tizón tardío con 0 % de daño.

El CIP, brinda la herramienta de la curva del progreso de la enfermedad del tizón tardío para ello se utilizan el progreso de la enfermedad a lo largo del desarrollo del ciclo de evaluación, cuyos resultados se pueden observar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultado severidad de tizón tardío en el cultivo de papa y curva del progreso de la enfermedad Chalatenango, El Salvador 2017.

	1° ev.	2° ev.	3° ev.	4° ev.	AUDPC	R
	60 DDS	53DDS	93DDS	101DDS		
398180.144	0	0	0	0	0	0.00
393371.58	0	0	0	0	0	0.00
398190.615	0	0	0	0	0	0.00
398190.605	0	0	0	0	0.	0.04
Soloma	27.917	61.3	90.83	95.67	3475.58	0.51
398098.98	0	0	0	0	0	0.00

Donde el AUDPC más alto lo obtuvo la variedad Soloma con un valor de 3475.58, los demás clones su valor es cero, el valor de R estandariza el área del progreso de la enfermedad y le brinda un valor entre 0 y 1, el cual para la variedad Soloma es de 0.51.

INCIDENCIA DE PUNTA MORADA EVALUADA A LOS 82, 93 Y 101 D.D.S.

Se realizó una transformación de los datos de la incidencia de daño de Punta Morada, mediante la fórmula de la raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$), debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad, el análisis de varianza (ANOVA) se observa en el cuadro 8

Cuadro 7. Análisis de varianza de incidencia de punta morada (SC tipo III). Chalatenango. El Salvador. 2017

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		198.55	26	7.64	3.61	0.0001
Local>bloque		32.51	9	3.61	1.71	0.1156
Local		4.83	2	2.42	1.14	0.3287
Genotipo		149.37	5	29.87	14.11	<0.0001
Local*geno.		11.84	10	1.18	0.56	0.8379
Error		95.29	45	2.12		
Total		293.84	71			

Con respecto a la incidencia de punta morada sobre los genotipos, se demuestra que si hay diferencia estadística de medias con la prueba de Tukey ($P < 0.05$), al observar las medias transformadas en el cuadro 8, el genotipo 393371.58 tiene una media de 5.24% con diferencia estadística sobre los demás genotipos, por lo que se considera susceptible a la enfermedad. Sin embargo, durante la cosecha se realizó un muestreo y verificar los daños en tubérculos, al realizar la prueba de corte ecuatorial, no se observó ningún tubérculo con daño, por lo que se considera que el genotipo posee tolerancia de la enfermedad en el tubérculo; no así en el follaje y tallo, donde sí se manifestó la enfermedad.

Cuadro 8. Comparación de media de incidencia de punta morada. Las Pilas, Chalatenango. 2017

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.76798

Error: 2.1176 gl: 45

Genotipos	Medias	n	E.E.	
A 393371.58	5.24	12	0.42	A
D 398190.605	2.07	12	0.42	B
B 398098.98	1.77	12	0.42	B
C 398180.144	1.33	12	0.42	B
Soloma	1.15	12	0.42	B
E 398190.615	1.12	12	0.42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Para observar el complejo de daño causado por punta morada sobre los tratamientos en estudio se resume en el cuadro 9.

Cuadro 9. Comportamiento medias sin transformar de la enfermedad punta morada. Chalatenango, El Salvador 2017

	82 d.d.s		93 d.d.s		101 d.d.s	
	In (%)	Sev (%)	In (%)	Sev (%)	In (%)	Sev (%)
393371.58	20.41	83.33	34.58	91.67	41.67	91.67
398098.98	0	5.41	25	5.41	25	25
398180.144	0	0	2.5	8.33	3.33	8.33
398190.605	1.25	25	6.25	41.67	9.58	41.67
398190.615	0.41	8.33	0.41	8.33	0.41	8.33
Soloma	0	0	0.41	8.33	1.25	8.33

In= incidencia (%); Sev = severidad (%)

Se puede observar que el clon 393371.58 es el más afectado por la sintomatología de la enfermedad a los 82 d.d.s tiene una incidencia de 20.41% y un porcentaje de daño de 83.33%, al final del ciclo la incidencia fue de 41.67% y un daño de severidad del 91.67%. La variedad Soloma presento bajo daño de punta morada debido a que el tizón tardío afecto el follaje y no dejo manifestar la enfermedad de punta morada.

Al final del muestreo a los 101 d.d.s. todos los genotipos poseen alguna incidencia de punta morada, los que más incidencia reportaron son el clon 393371.58 con 41.67 %. El clon 398098.98 con incidencia de 25%, y el clon 398190.605, 9.58%, como se observa en la figura 2.

El muestreo realizado a los 101 d.d.s. demuestra que la enfermedad de Punta Morada tuvo daño sobre el área foliar, como se observa en la figura 3. El genotipo 393371.58 posee una severidad de 91.67, seguido del genotipo 398190.605 con 41.67% y el genotipo 398098.98 con severidad de 25%,

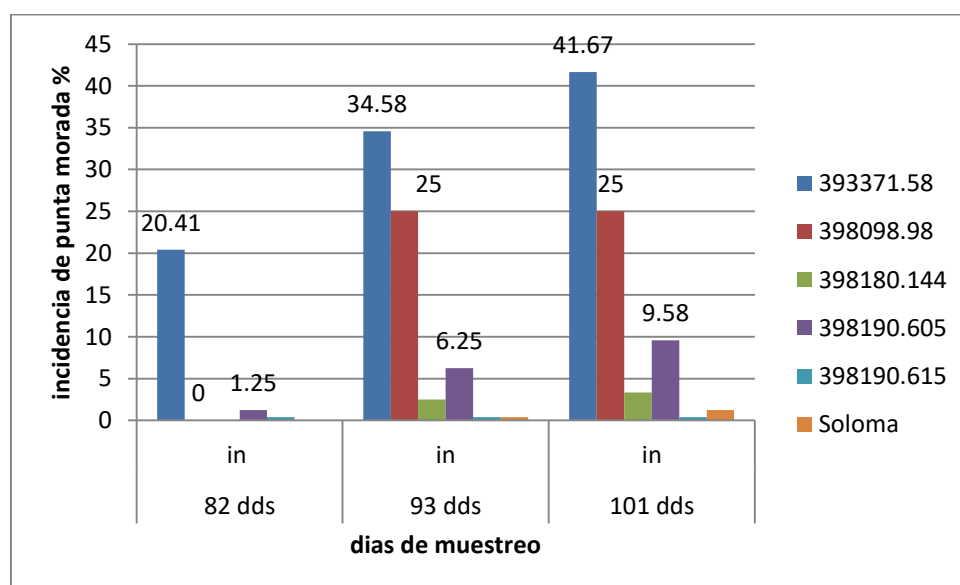


Figura 2. Comportamiento de la incidencia durante la evaluación, Chalatenango, El Salvador. 2017.

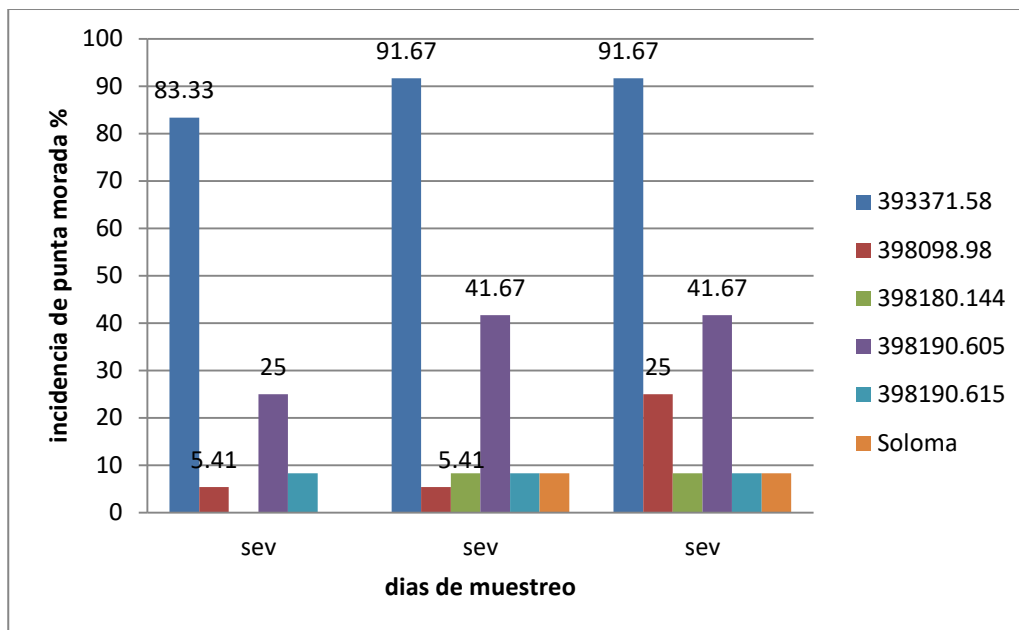


Figura 3. Comportamiento de la severidad de la Enfermedad Punta Morada durante la evaluación del ensayo. Chalatenango, El Salvador 2017

INCIDENCIA DE VIROSIS EVALUADA A LOS 93 Y 101 D.D.S

Se realizó una transformación de los datos de la incidencia de virosis, mediante la fórmula de la raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$), debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad, el análisis de varianza (ANOVA) se observa en el cuadro 10, que la incidencia de virosis tiene diferencia estadística sobre la media de los genotipos con la prueba de tukey ($P < 0.05$).

Cuadro 10. Análisis de varianza de incidencia de virosis. Chalatenango. El Salvador. 2017

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Raíz Incidencia (%)	72	0.70	0.53	65.00

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	237.22	26	9.12	4.08	<0.0001
Local>bloque	16.26	9	1.81	0.81	0.6121
Local	18.54	2	9.27	4.14	0.0223
Genotipo	148.18	5	29.64	13.24	<0.0001
Local*geno.	54.24	10	5.42	2.42	0.0210
Error	100.72	45	2.24		
Total	337.93	71			

Al observar las medias transformadas se manifiesta que el genotipo 398180.144 tiene la mayor incidencia de virosis con diferencia estadística con una media de 5.43% debido a

que presentó mayor daño en campo. Se tomó una muestra foliar en el Laboratorio de Química Agrícola de CENTA para determinar si el color amarillo se debía a deficiencias nutricionales, los cuales determinaron que en la muestra foliar los índices de los elementos Hierro, Cobre, Manganeso y zinc estaban arriba de los parámetros óptimos, por lo que no se considera deficiencia nutricional.

En el Laboratorio de Parasitología Vegetal de CENTA se tomó muestra de follaje y se realizó la prueba de ELISA para los virus de PVX, PVY, PLRV y PVS los cuales salieron negativos, aunque la sintomatología de daño se asemeja al virus PYVV no se puede determinar, ya que no se cuenta con los reactivos para confirmarlo.

SEVERIDAD DE VIROSIS EVALUADA A LOS 93 Y 101 D.D.S

Se realizó una transformación de los datos de la severidad de daño de virosis, mediante la fórmula de la raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$), debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad, el análisis de varianza (ANOVA) se observa en el cuadro 11.

Al observar las medias transformadas de severidad de virosis se manifiesta que el genotipo 398180.144 tiene 9.14%, superando a las demás lo que representa diferencia estadística. (Cuadro 12)

Cuadro 11. Comparación de medias de incidencia de virosis. Las Pilas, Chalatenango. 2017

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.81759

Error: 2.2381 gl: 45

Genotipo	Media	n	E.E.	
398180.144	5.43	12	0.43	A
398190.605	1.94	12	0.43	B
393371.58	1.87	12	0.43	B
398190.615	1.82	12	0.43	B
398098.98	1.74	12	0.43	B
Soloma	1.00	12	0.43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 12. Análisis de varianza de severidad de virosis. Chalatenango. El Salvador, 2017

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ_Severidad (%)	72	0.63	0.42	81.09

Genotipo.	Medias	n	E.E.	
C 398180.14	8.54	12	0.90	A
D 398190.605	3.77	12	0.90	B
B 398098.98	3.77	12	0.90	B
E 398190.615	3.02	12	0.90	B
A 393371.58	3.02	12	0.90	B
Soloma	1.00	12	0.90	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RENDIMIENTO.

Debido a problemas de heterocedasticidad o falta de homogeneidad de varianza (Figura 4) en el análisis de comparación múltiple, se decidió realizar el análisis de varianza por localidad. A demás por la correlación existente entre el número de tubérculos y el rendimiento (figura 5) y salida del análisis de correlación de Pearson, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA). Para este tipo de análisis hay que tener en cuenta el ajuste (compensación y castigo), eso se observa en las medias de cada genotipo.

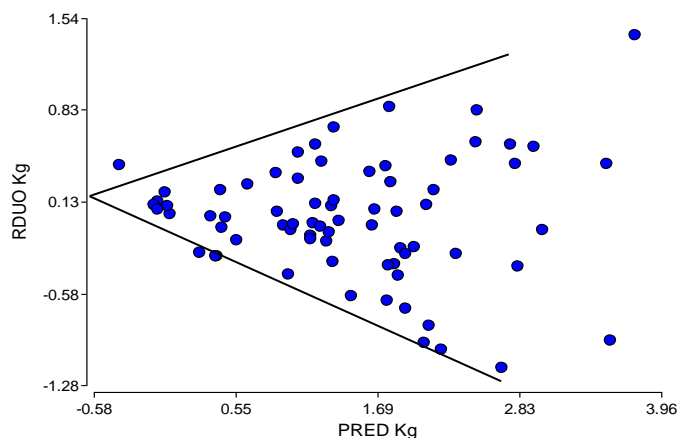


Figura 4. Gráfico de residuos en función de predichos con falta de homogeneidad de varianzas.

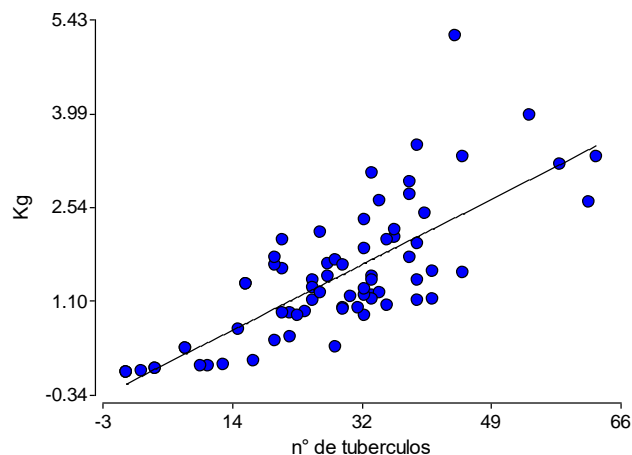


Figura 5. Gráfico de correlación entre rendimiento y número de tubérculos.

A continuación, se presenta la salida completa por localidad del ANCOVA, solo hay que tener en cuenta que en cada localidad existe falta de homogeneidad de varianza.

Cuadro 13. Análisis de la Varianza de rendimiento localidad 1

Local.	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1	Kg	24	0.78	0.63	40.69

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	30.71	9	3.41	5.38	0.0027	
Bloque	3.89	3	1.30	2.04	0.1539	
Genotipo	4.28	5	0.86	1.35	0.3003	
N° de tubérculo	3.68	1	3.68	5.80	0.0304	0.06
Error	8.87	14	0.63			
Total	39.58	23				

Se observa en el cuadro 13 que el análisis de varianza de rendimiento en kg no se observa diferencia estadística, debido a la correlación existente entre número de tubérculo y rendimiento.

En la localidad 2 el análisis de varianza de rendimiento se observa que, si hay diferencia estadística entre los genotipos, y en la localidad 3 no hay diferencia estadística. Como se observa en el cuadro 14 y 15.

Cuadro 14. Análisis de Varianza (SC tipo III) de rendimiento localidad 2

Local.	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2	Kg	24	0.82	0.70	31.87

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef	
Modelo.			12.79	9	1.42	6.86	0.0008
Bloque			0.87	3	0.29	1.40	0.2834
Genotipo.		3.11	5	0.62	3.00	0.0478	
N° de tubérculos	0.92	1	0.92	4.46	0.0532	0.05	
Error			2.90	14	0.21		
Total			15.69	23			

Cuadro 16. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de rendimiento localidad 3

Local.	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3	Kg	24	0.74	0.58	43.56

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef	
Modelo.			7.94	9	0.88	4.54	0.0059
Bloque			0.16	3	0.05	0.27	0.8470
Genotipo.	2.05	5	0.41	2.11	0.1242		
N° de tubérculos	0.85	1	0.85	4.40	0.0547	0.03	
Error			2.72	14	0.19		
Total			10.65	23			

Como se observa en la localidad 1 y 3 no hay diferencia de medias y en localidad 2 si hay diferencia, para el análisis estadístico se realizó el ajuste de datos debido a que el testigo tiene muchos datos de cero a consecuencia del tizón tardío. Estos ajustes asignan datos para el análisis de varianza al testigo premiando sus rendimientos y castigando a los clones por lo que no hay diferencia significativa en los rendimientos.

PRUEBAS DE CALIDAD PARA LA INDUSTRIA.

Se llevaron 2 kg de papa de cada tratamiento al Laboratorio de Tecnología de Alimento para realizar una evaluación de la calidad de post cosecha, según el manual de Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa del CIP.

La evaluación se realizó del 14 al 16 de marzo del 2018, para la evaluación de calidad de post cosecha los resultados se observan en el cuadro 16.

Según el CIP se considera como criterio de selección aceptable un contenido de materia seca de más de 20% y una gravedad específica del 1.080 o mayor; siguiendo con la

metodología se determinó que los clones 22(398190.605) y 23(398190.615) reportan 21.0 y 22% de materia seca respectivamente.

Los tubérculos que se ajustan a este criterio producen buen rendimiento de hojuelas fritas, que absorben menos aceite, tienen una mejor textura lo que concuerda con el resultado.

Al realizar la evaluación del comportamiento de papa de hojuela frita indicó que al comparar las hojuelas con la cartilla de hojuelas de papa del CIP en donde hay una escala de 1 a 5 donde el Grado 1 es crema claro o amarillo y el Grado 5 es marrón oscuro. En los resultados se observan que los clones 8 (398098.98), 22 (398190.605) y 23 (398190.615) presentan una coloración entre 1 y 2, los demás presentan un grado entre 3 y 4, las hojuelas de color claro son las preferida para la industria.

Cuadro 16. Promedios de evaluación de calidad de post cosecha de papa.

Genotipo	Oscurecimiento de hojuela	Absorción de aceite (g)	Materia seca (%)
Clon 2 (393371.58)	Grado 4	18	17.5
Clon 8 (398098.98)	Grado 2	9	18.0
Clon 11 (398180.144)	Grado 3	17	19.5
Clon 22 (398190.605)	Grado 1	8	21.0
Clon 23 (398190.615)	Grado 2	6	22.0

Fuente: Laboratorio de Tecnología de alimentos, CENTA, 2018.

Para la prueba de papa salcochada se realizó una prueba de sensorial con 6 jueces no entrenados, a los cuales se les paso una hoja de evaluación para registrar calificación. El consolidado nos indica que el Clon 2 (393371.58), obtuvo la mayor cantidad de anotaciones favorables, por lo que se sugiere para ser consumida salcochada en forma de puré.

ENCUESTA DE OBSERVACIÓN EN EL CULTIVO DE PAPA EN LA VERIFICACIÓN DE TOLERANCIA A TIZÓN TARDÍO.2018

La encuesta se llevó a cabo en el 6 de marzo del 2018, en el cantón El Centro, Municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango, participaron seis productores que vieron el desarrollo de las parcelas desde la siembra hasta la cosecha, el perfil del productor es de subsistencia y con experiencia en el cultivo de papa.

El llenado de la encuesta se llevó a cabo durante la cosecha del trabajo de investigación Evaluación de genotipos avanzados de papa para tolerancia a tizón tardío, por ser una investigación de seguimiento se evaluaron cinco clones con tolerancia dentro de los que podemos mencionar el clon 2 (393371.58), clon 8 (398098.98), clon 11 (398180.144), clon 22 (398190.605), clon 23 (398190.615) y como testigo se usó la variedad Soloma.

A los encuestados se les preguntó qué clon tiene el mejor rendimiento, el 86% de los encuestados manifiesta que el clon 393371.58 por apreciación tiene el número y tamaño de tubérculo adecuado y lo consideran el mejor de los tratamientos, y con respecto a la forma de tubérculo el clon 398098.98 tiene una aceptación del 67% por su forma alargada, el clon

393371.58 tiene una aceptación del 33% por su tamaño grande de tubérculo, El informe completo de la respuesta de la encuesta se encuentra en anexo 2.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la investigación se pudo determinar que los genotipos 393371.58, 398098.65, 398180.144, 398190.605, 398190.615 poseen tolerancia a tizón tardío ya que los valores de incidencia y severidad fueron nulos.

El clon 393371.58 es más afectado por la enfermedad de punta morada con incidencia de 41.67% y severidad de 91.67%. Sin embargo, el daño en tubérculo no se vio reflejado, por lo que se considera tener tolerancia de daño en tubérculo.

En la evaluación participativa de productores realizada durante la cosecha demuestra que los genotipos 393371.58 y 398098.98 son los que tiene la mejor aceptación tanto por su forma y su rendimiento.

El resultado de las pruebas industriales realizadas por el CENTA, demuestran que el clon 398190.605 posee un 21% de materia seca y un color de fritura de hojuela entre claro y amarillo y el clon 393371.58 resultó con mejor puntuación en la prueba sensorial al poseer el mejor sabor, textura y color de pulpa.

RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos se recomienda pasar a fase validación en parcelas de productores los clones 398190.605 y 393371.58 por su buena calificación en las pruebas industriales y aceptación por los agricultores de papa.

LITERATURA CONSULTADA

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) 2002, Guía técnica Cultivo de la papa. San Andrés, Ciudad Arce, LL.

CIP. (Centro Internacional de la Papa) 2010. Procedimientos para evaluación estándar de clones de papa. Guía para colaboradores internacionales. Lima, Perú. 153p.

CIP (Centro Internacional de la Papa) 2006. Manejo integrado del tizón tardío. Lima. p 4.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias, y Pecuarias) 2007. Manejo integrado de Paratrypana *Bactericera cockerelli* Sulc. Sinaloa, México. p 6 y 7.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador). División de Estadísticas Agropecuarias Anuario de Estadísticas Agropecuarias. 2010- 2011. Pag. 11 y 65

Siliézar, C.E., 2016. Informe final de evaluación de genotipos promisorios de papa (*Solanum tuberosum*). CENTA

ANEXOS

Anexo 1. Determinación de deficiencias nutricionales en tejido foliar de papa

Análisis	base seca(ppm)	Promedios óptimos (ppm)	metodología
Hierro	1300	40-100	Método de absorción atómica
Cobre	1800	-----	Método de absorción atómica
Manganeso	1000	0.35-10	Método de absorción atómica
Zinc	1200	20-50	Método de absorción atómica

Fuente: Laboratorio de química agrícola, 2018

Anexo 2. Encuesta de observación en el cultivo de papa en la verificación de tolerancia a tizón tardío.2018

Aspectos generales:

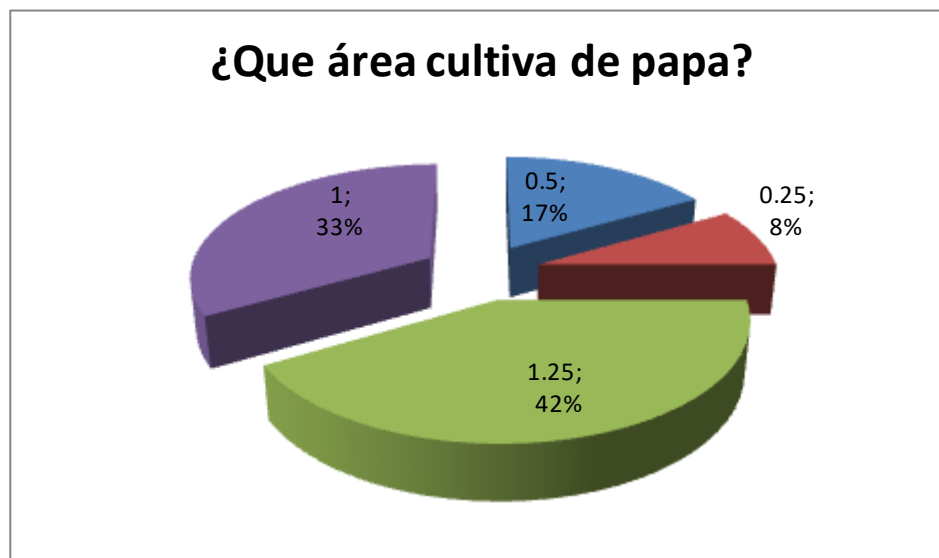
La encuesta se llevó a cabo en el 6 de marzo del 2018, en el cantón El Centro, Municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango, participaron seis productores que vieron el desarrollo de las parcelas desde la siembra hasta la cosecha, el perfil del productor es de subsistencia y con experiencia en el cultivo de papa.

El llenado de la encuesta se llevó a cabo durante la cosecha del trabajo de investigación “Evaluación de rendimiento de genotipos avanzados de papa (*Solanum tuberosum*) a tizón tardío, por ser una investigación de seguimiento se evaluaron cinco clones con tolerancia (Siliézar, 2016) dentro de los que podemos mencionar el clon 2 (393371.58), clon 8 (398098.98), clon 11 (398180.144), clon 22 (398190.605), clon 23 (398190.615) y como testigo se usó la variedad Soloma. Ver anexos. (Fig. 10-15)

Se elaboraron siete preguntas las cuales se detallan a continuación:

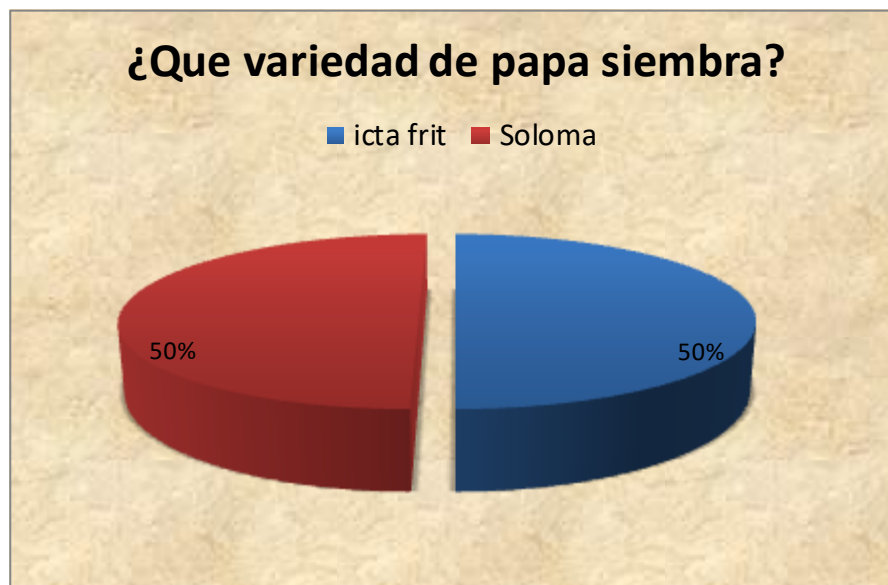
Pregunta 1. ¿Qué área cultiva de papa? _____

El 42 % de los productores participantes siembran actualmente 1.25 mz del cultivo de papa, el 33% de los productores siembran 1.00 manzana de papa, el 17% de los productores siembran 0.50 manzana y solo el 8% de los productores siembran 0.25 manzanas del cultivo de papa.



Pregunta 2. ¿Qué variedad de papa siembra? _____

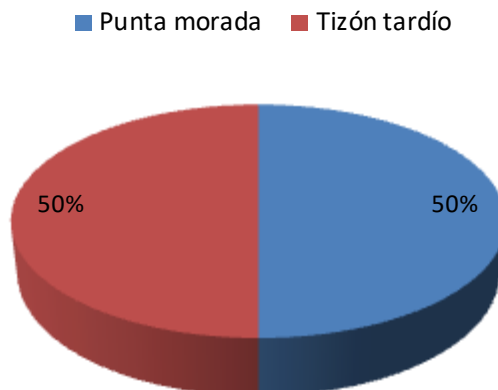
El 50% de los productores encuestados manifiestan que siembran la variedad Soloma y otro 50% productores siembran la variedad Icta frit, ambas variedades procedentes de Guatemala.



Pregunta 3. ¿Cuál es su principal problema en el cultivo de papa? _____

Los productores encuestados manifiestan que poseen dos problemas principales en el cultivo de papa, el tizón tardío causado por *Phytophthora infestans*, y el complejo de la Punta Morada de la Papa (PMP) causado por la bacteria *Candidatus liberibacter solanacearum* transmitido por el psilido *Bactericera cockerelli*, la encuesta demuestra que el tizón y PMP son problemas en el cultivo reportando un 50% de incidencia.

Enfermedades en el cultivo de papa



Pregunta 4. ¿Qué clon de papa le parece con mejor rendimiento? _____

De los seis materiales de papa solo dos respondieron con los encuestados con respecto al rendimiento, el clon 393371.58 (figura 2) presentó un 86% de apreciación de mejor rendimiento esto se debe a que su tamaño es más grande y uniforme, el clon 398098.98 (fig. 4) reportó un 14% de mejor rendimiento



Pregunta 5. Con respecto a la forma ¿Qué tubérculo le agrada más? _____

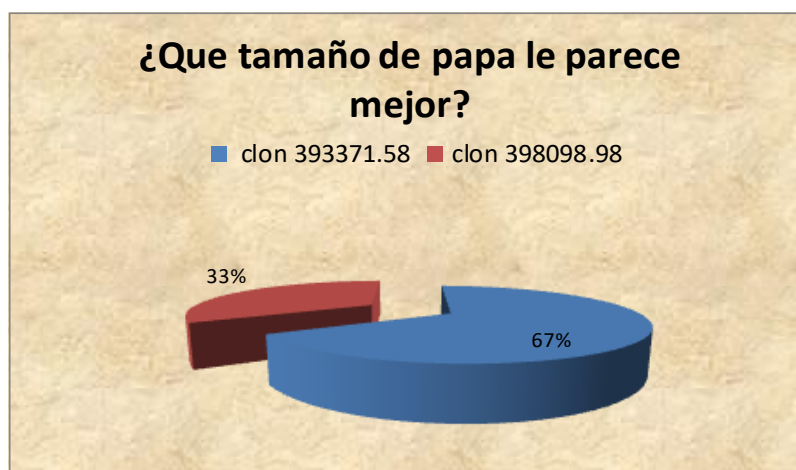
Dos clones llamaron la atención con respecto a la forma del tubérculo, de los productores participantes el 67% de los encuestados manifiesta su agrado a la forma del tubérculo del clon 398098.98 (fig. 4) esto se debe por su forma similar a la variedad tipo Soloma es decir

una papa alargada y el clon 393371.58 (fig. 2) les agrada la forma por ser una papa alargada y aplanada.



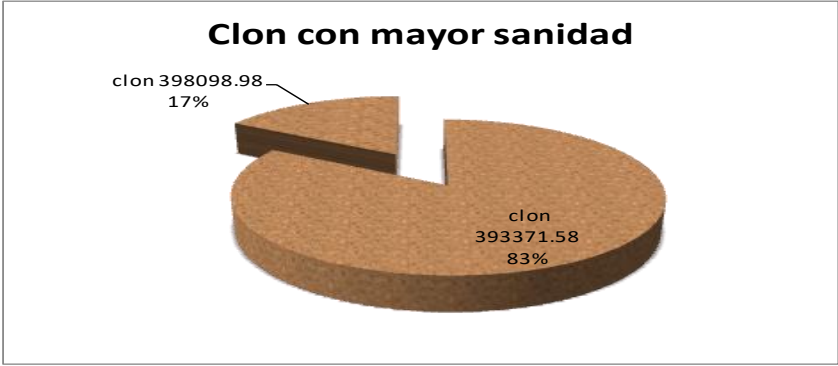
Pregunta 6 ¿Qué tamaño de papa le parece mejor? _____

Con respecto al tamaño al 67% de los productores encuestados les pareció con mejor tamaño el clon 393371.58 (fig. 2) por su peso promedio de 52 g por tubérculo, y un 33% de los productores encuestados manifiestan que el clon 398098.98 (fig.4) es el de mejor tamaño.



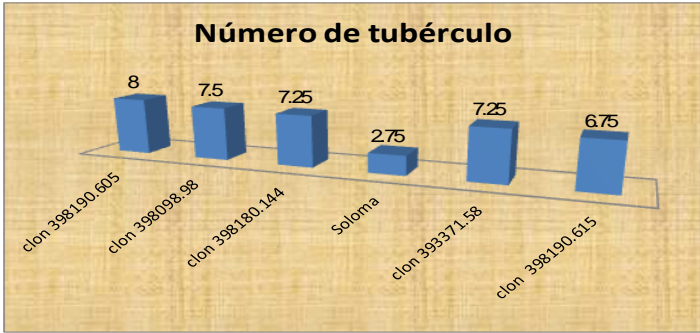
Pregunta 7. En forma general ¿Cuál es el clon de papa con mayor sanidad? _____

Para responder a esta pregunta se sacó un muestra de cada clon se partió por la mitad y el 83 %, los participantes observaron la pulpa, el color interno y sanidad del clon 393371.58 como el mejor de todos y un 17% el clon el clon 398098.98.

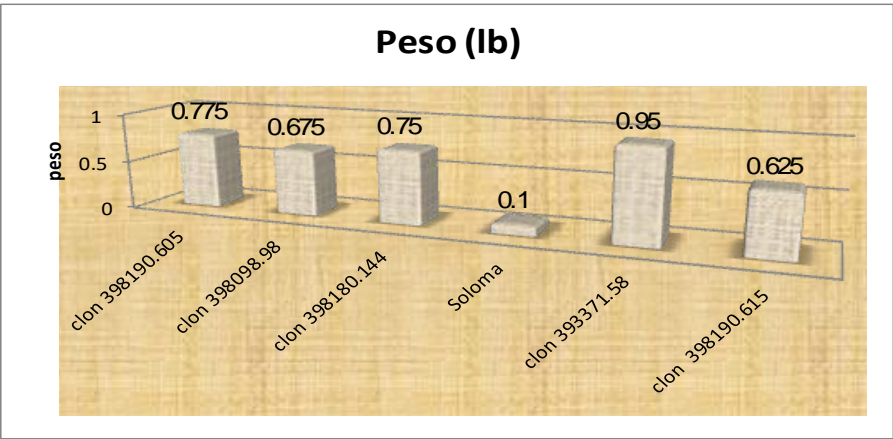


Se tomó una muestra de cuatro plantas por clon durante la cosecha para el llenado de la encuesta, recolectando la papa con el objetivo de ver cuánto era el número de tubérculos por planta y peso (libras). El resultado del muestreo se describe en el cuadro 1

Anexo 3. Número de tubérculo por planta



Anexo 4. Peso promedio de tubérculo por planta



Anexo 5. Matriz del Muestreo realizado para la determinación de número de tubérculo y peso de tubérculo por planta. Chalatenango. 2018

Clon	número de tubérculo	peso (lb)
clon398190.605	8	1
	5	0.5
	10	0.8
	9	0.8
promedio	8	0.775
clon 398098.98	7	1.5
	5	0.3
	12	0.5
	6	0.4
promedio	7.5	0.675
clon 398180.144	6	0.6
	9	0.5
	8	1
	6	0.9
promedio	7.25	0.75
Soloma	3	0.1
	4	0.1
	3	0.1
	1	0.1
promedio	2.75	0.1
clon 393371.58	7	1.5
	8	0.8
	7	0.9
	7	0.6
promedio	7.25	0.95
clon 398190.615	6	0.5
	12	1
	5	0.5
	4	0.5
promedio	6.75	0.625

Anexo 60. Variedad Soloma



Anexo 7. Clon 393371.58



Anexo 8. Clon 398190.615



Anexo 9. Clon 389098.98



Anexo 10. Clon 398180.144



Anexo 11. Clon 398190.605



Anexo 12. Encuesta

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

ENRIQUE ÁLVAREZ CÓRDOVA

Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Encuesta de observación en el cultivo de papa.

2018

Nombre de productor encuestado: _____

Municipio: _____

Cantón _____

Encuesta N° _____

¿Qué área cultiva de papa? _____

¿Qué variedad de papa siembra? _____

¿Cuál es su principal problema en el cultivo de papa? _____

¿Qué clon de papa le parece con mejor rendimiento? _____

Con respecto a la forma ¿Que tubérculo le agrada más? _____

¿Qué tamaño de papa le parece mejor? _____

En forma general ¿Cuál es el clon de papa con mayor sanidad? _____

Nombre del encuestador: _____



CONTROL DE TRIPS EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE (*CAPSICUM ANNUUM*)

Lesser Linares⁷

RESUMEN

En El Salvador, las hortalizas son afectadas por los ataques de trips, esto se agrava cuando la mayoría de controles se realizan con pesticidas químicos (viñeta amarilla y roja), altamente contaminantes del medio ambiente, y a la falta de información sobre pesticidas más amigables. El objetivo general fue analizar el efecto de plaguicidas empleados, en el control de Trips (*Frankliniella. occidentalis*) en el cultivo chile dulce (*Capsicum annuum*). El ensayo se realizó en el Cantón San Juan, Ätiquizaya, Ahuachapán. El diseño experimental fue bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, T₁ Aplicación de pesticida químico del productor Fipronil, 0.50 l.ha⁻¹, Tiacloprid-β Ciflutrina 0.50 l.ha⁻¹, Imidacloprid 0.35 kg.ha⁻¹ + Clorpirifos 0.50 kg.ha⁻¹; T₂ *Sacharopolyspora spinosa* (Spintor 12 SC) 0.40 l.ha⁻¹; T₃ Spinetoram J + I (Exalt) 0.20 L.ha⁻¹; T₄ Spinetoram J + I (Exalt) 0.30 l.ha⁻¹, se sembró chile dulce (Nathalie). El análisis de varianza reporta diferencias significativas, en las variables agronómicas de rendimiento y número de frutos dañados, esto se presentó con el tratamiento testigo. El tratamiento testigo presentó mejor tasa de retorno marginal 6.03; sin embargo, estos son producto de viñeta amarilla con alto potencial de contaminación ambiental y con sus consecuencias para los seres humanos.

PALABRA CLAVES: Manejo trips, chile dulce.

⁷ Investigador del programa de hortalizas CENTA lesser.linares@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la producción de chile dulce, según reportes del Laboratorio de Parasitología de CENTA-MAG y el diagnóstico participativo, CENTA-MAG, 2015, este cultivo, es afectada por el ataque de Trips fitopatógenos (*Frankliniella occidentalis*, Orden Thysanoptera, familia Thripidae), hasta en 40%, provocando deformaciones del fruto y transmisión del virus bronceado del tomate (TSWV). El manejo del insecto, la mayoría de los agricultores en la producción de chile dulce, lo realizan, con productos químicos. El diagnóstico realizado con los productores (as), el ataque de esta plaga influye en el rendimiento del cultivo de chile dulce. Esta plaga se maneja con productos químicos (Imidacloprid, Fipronil, otros) por parte del productor y/o productoras, con su respectiva contaminación ambiental.

En el diagnóstico realizado con los productores hortícolas (enero, 2015) más del 80 % expresa que tienen problemas de plagas, entre estos los insectos, hongos y nemátodos fitopatógenos. Por otro lado, se tiene poca información de algunos insecticidas en el país, los cuales son una alternativa viable para el manejo agronómico del cultivo de chile dulce. En relación a la producción nacional de chile dulce. En nuestro país, se siembra un área de 261 hectáreas (MAG-DGEA, 2015); según reportes de los extensionistas de CENTA-MAG, existe una área de 50 Manzanas (35 hectáreas); sembrado del cultivo de chile dulce en área protegida (Macro túneles, Invernaderos y Casa Mallas), empleando más de 178 jornales por hectárea; el consumo per capital de este producto, es de 3.45 libras, la importación de chile dulce, es del orden de 6,300.000 Kilogramos, con un costo de 1,200.000 \$US (DGEA-MAG, 2015). Por otro lado, el problema de Trips, se maneja principalmente en la aplicación de insecticidas químicos altamente contaminantes del medio ambiente, además de ser el principal transmisor de virosis a la planta. Se requiere información pertinente de los insecticidas, que permitan, mejor rendimientos y mejores ganancias, la aplicación de insecticidas de última generación; es una alternativa para los productores (as) del cultivo de chile dulce.

Según la opinión de los productores (diagnóstico de productores de chile dulce, MAG-CENTA, 2015) existe poca información de los pesticidas químicos, más amigables con el medio ambiente y cada día estos, están teniendo una mayor demanda, dado que tienen un menor impacto ambiental y su eficiencia es similar a los plaguicidas existentes en el mercado, los cuales son muy contaminantes, sin embargo, estos plaguicidas químicos tienen bastante tiempo de estar en el mercado, dado, que sus precio es bajo y alta efectividad, en el control de este insecto. Bustillo (2009) realizó una investigación, en tres comunidades, encontrando en cultivos de espárragos con altas infestaciones de *F. occidentalis*, que al evaluar ocho insecticidas químicos Ciromazina 75 PS, Abamectina 50 CE, Tiametoxam 25 GS, Lambda - Cyhalothrina 50 CE, Lufenuron 50 CE, Imidacloprid 200 CS, Captan 50 PS y Fipronil 200 CS, y dos cepas de *Beauveria bassiana* en dosis recomendadas por los fabricantes, además de un testigo. Los resultados mostraron como Lufenuron, Abamectina y Fipronil causaron las mayores mortalidades dos días después de la aplicación, pero a los cinco días ningún producto ejerció control, La aplicación de *B. bassiana* en dosis de 2×10^{13} esporas/ha⁻¹, logró un control aceptable, prolongándose el efecto 16 días después de la aplicación. La mortalidad más alta (64.8%) se alcanzó a los ocho días; este entomopatógeno, se considera promisorio en el control de poblaciones de *F.*

occidentalis. El objetivo general fue analizar el efecto de plaguicidas empleados, en el control de Trips (*F. occidentalis*) en el cultivo chile dulce (*Capsicum annuum*, L).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo se realizó en los meses de julio de 2010 a febrero de 2011, y se estableció en el Departamento de Ahuachapán, Municipio de Atiquizaya, Cantón San Juan. Ubicada a 638 msnm, con una temperatura promedio de 27°C, humedad relativa de 85%, y una precipitación de 1,375 mm anual; el tipo de suelo Franco Arcilloso, con pH 5.84, moderadamente ácido, con 151 ppm (muy alto) de Fósforo, 577 ppm (muy alto) de Potasio y una topografía plana. El diseño experimental, empleado fue de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos, cinco repeticiones; el área total del ensayo fue de 504.00 m² (975 plantas). La unidad experimental fue de 20.16 m² (39 plantas). El área útil fue de 2.50 m², seleccionando tres plantas para la toma de datos, con un distanciamiento 1.40 m entre planta y 0.40 m, entre surco. Se utilizó híbrido Nathalie. Los tratamientos fueron: T₁, testigo productor (aplicación de pesticidas químicos), T₂ (aplicación de 0.4 l.ha⁻¹ de Spintor), T₃ (aplicación de Exalt 0.2 l.ha⁻¹, y el T₄ (aplicación de Exalt 0.3 l.ha⁻¹).

El manejo agronómico (CENTA, 2003, guía técnica chile dulce) se inició con la preparación del almacigo en bandejas de 200 hoyos, protegido con Agronet, además se aplicó Carbendazim y propamocarb (25 cc por bombada de 17 litros de agua) al momento de la siembra del almacigo, remojando (aspersión) las bandejas. Se fertilizó con un grano de Blaukorn por hoyo, a los 12-15 días después de germinada la plántula, las aplicaciones de los nematicidas fueron al momento del trasplante; además para prevenir ataque de hongos, se aplicó 25 cc de Propamocarb y Carbendazim y adicionando Imidacloprid (13 g / Bombada) para el manejo de insectos vectores de virosis. El terreno tuvo una preparación del suelo según lo realizó por el productor. El manejo de malezas, antes del trasplante se aplicó Oxiflourfen (100 cc por bombada). Posteriormente se realizó con Glifosato (100 cc por bombada); con sus respectivos riegos. Se protegió con casa malla, a los 32-38 días después del trasplante (DDT) para la prevención de enfermedades fungosas y de insectos vectores; se monitoreo las plagas insectiles, aplicándose para ácaro, abamectina, 10 cc por bombada según presencia de la plaga; para la prevención de enfermedades fungosas se aplicó preventivamente a los 60 DDT 25 cc de Carbendazim por bombada; para el manejo de tizones se aplicó *Bacillus subtilis* (20 g por bombada) alternando *Trichoderma sp* (20 g por bombada). El sistema de riego empleado fue por goteo, la recomendación de fertilización fue según el análisis de suelo, y la recomendación del laboratorio de CENTA, fue de 428 kg. ha⁻¹, de nitrógeno y potasio y de fósforo 257 kg.ha⁻¹.

TRATAMIENTOS

El T₁ (Testigo) el empleado por el productor constó de tres pesticidas aplicados en forma alternada al follaje con una frecuencia entre aplicación semanal, se aplicó cuatro veces cada uno alternándolos Fipronil 0.50 l.ha⁻¹, Imidacloprid 0.35 Kg.ha⁻¹, Tiacloprid-β Ciflutrina 0.50 l.ha⁻¹ realizando 12 aplicaciones, y al suelo se aplicó Clorpirifos 0.50 Kg.ha⁻¹, seis veces cada 15 días; para los insecticidas en estudio se aplicaron seis veces.

El área experimental de la parcela fue constituida por tres surcos de ancho, con distanciamiento de 1.40 metros entre surcos y entre planta de 0.40 m, la parcela de la unidad experimental tuvo 5.00 m largo y 4.00 m de ancho, con un área de 20,6 m² (39

plantas), el área útil de una hilera (1.20 m X 1.40 m), dando un área de 1,68 m² (3 plantas), el área de cada tratamiento fue de 100.80 m² (195 plantas), y el área total del ensayo fue de 504.00 m², (975 plantas). Las variables evaluadas fueron la incidencia de trips, largo y ancho de fruto, número de frutos dañados, altura de planta y rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En figura 1 se presentan los datos de campo para el consolidado del número de trips fitopatógenos encontrados en las muestras de la planta. Para obtener el número de trips fitopatógenos se muestrearon tres plantas y tres flores del área útil de cada unidad experimental e identificados en el Laboratorio de Parasitología Vegetal de CENTA. La lectura inicial fue realizada al momento del trasplante y las lecturas siguientes cada 15 días hasta el momento de realizar doce cortes de cosecha de chile dulce (noviembre). Estadísticamente no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo a nivel de porcentajes, el tratamiento uno, testigo presentó el mejor control de hasta 36 unidades de insectos, no así el tratamientos dos (Spintor 04 l.ha⁻²) con 48 unidades; el tratamiento tres (Exalt 0.20 l.ha⁻²) presentó una incidencia de 42 unidades de adultos y el tratamiento cuatro (Exalt 0.30 l.ha⁻²) presentó una incidencia de 43 unidades de adultos. Los tratamientos presentaron igual comportamiento estadísticamente, para esta variable.

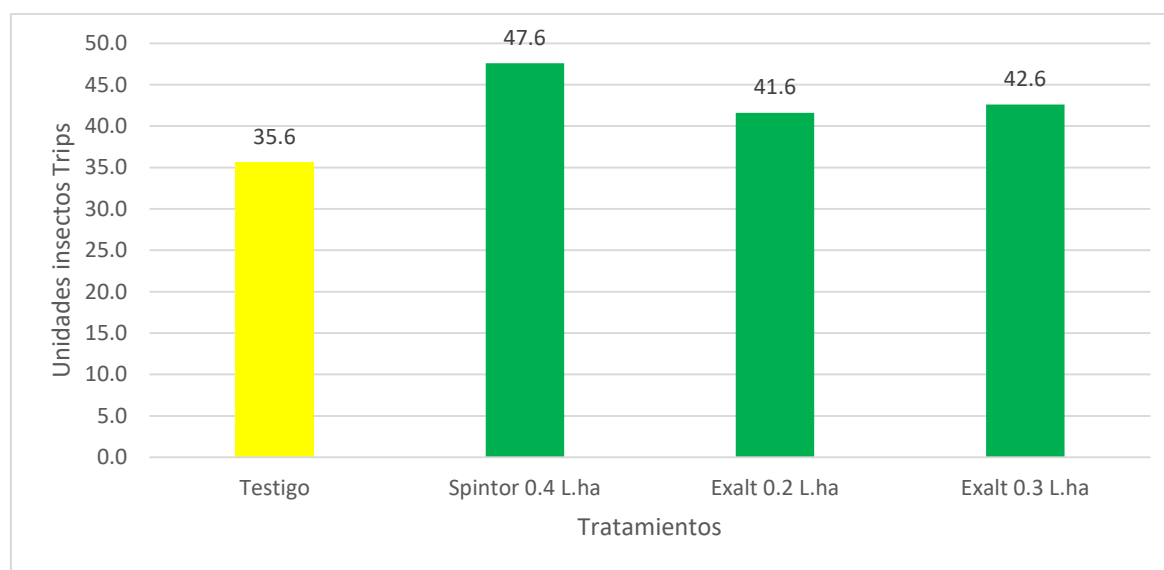


Figura 1. Consolidado de incidencia de unidades trips fitopatógenos adultos. 2017.

En las figuras 2, 3 y 4 se detalla los resultados obtenidos de las variables agronómicas, para la variable de altura de planta, diámetro y largo de fruto. La variable de altura de planta para el tratamiento uno, mostró una altura de planta de 166.6 cm, similar al tratamiento cuatro; para la variable de diámetro de fruto fue 4.77 en el tratamiento testigo, seguido del tratamiento dos con 4.70 cm (Spintor 04 l.ha⁻²) y para el largo de fruto el tratamiento uno presentó 11.73 centímetros, seguido de tratamiento tres con 11.64 cm (Exalt 0.20 l.ha⁻²), estas lecturas se realizaron a los 122 DDT, al noveno corte.

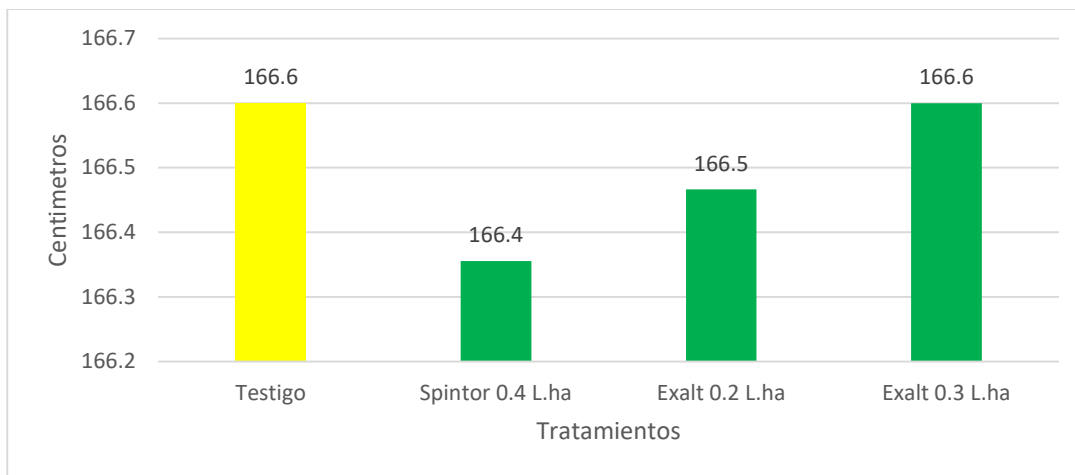


Figura 2. Altura de plantas. 2017.

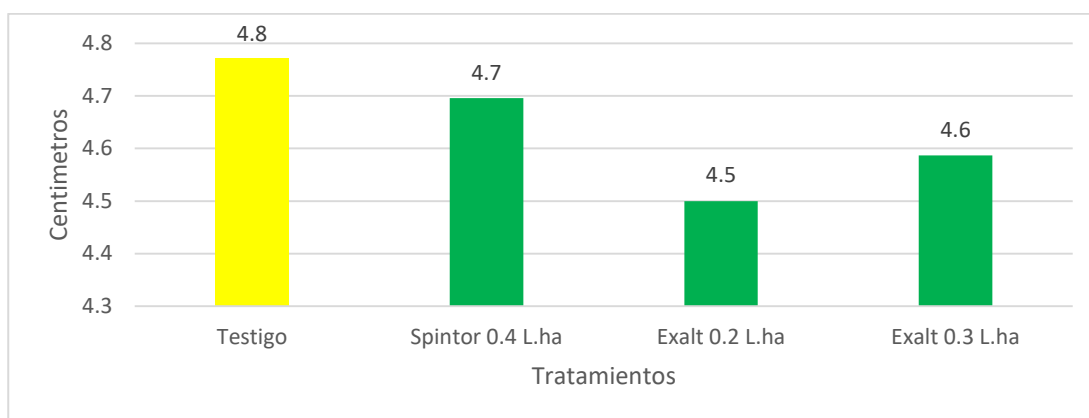


Figura 3. Diámetro de fruto. 2017.

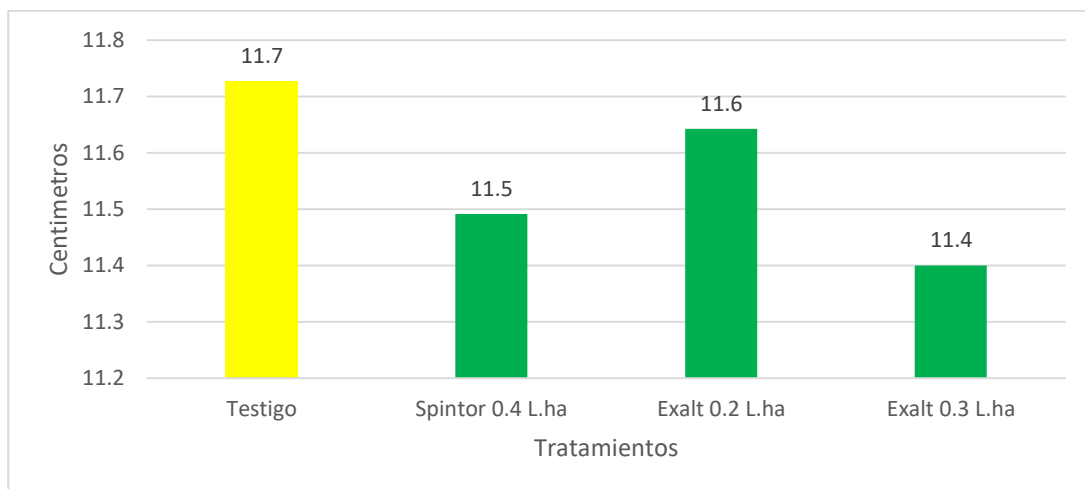


Figura 4. Largo de fruto. 2017.

En las figuras 5 y 6 se detalla los resultados obtenidos de las variables agronómicas, que presentaron diferencia estadística rendimiento y número de frutos dañados. El tratamiento testigo presentó 31.86 T. ha⁻¹ superando al tratamiento cuatro (Exalt 0.30 l.ha⁻²) 7.12 T.ha⁻¹; para la variable de número frutos dañados, los datos fueron diferentes, para el tratamiento testigo 22,16 frutos, reduciendo en comparación con el tratamiento dos (Spintor 04 l.ha⁻²) con 28.22 frutos, observando un incremento de frutos dañados de 6.06 frutos por planta. Para ambas variables se tuvo diferencia significativa ($p > 0.05$).

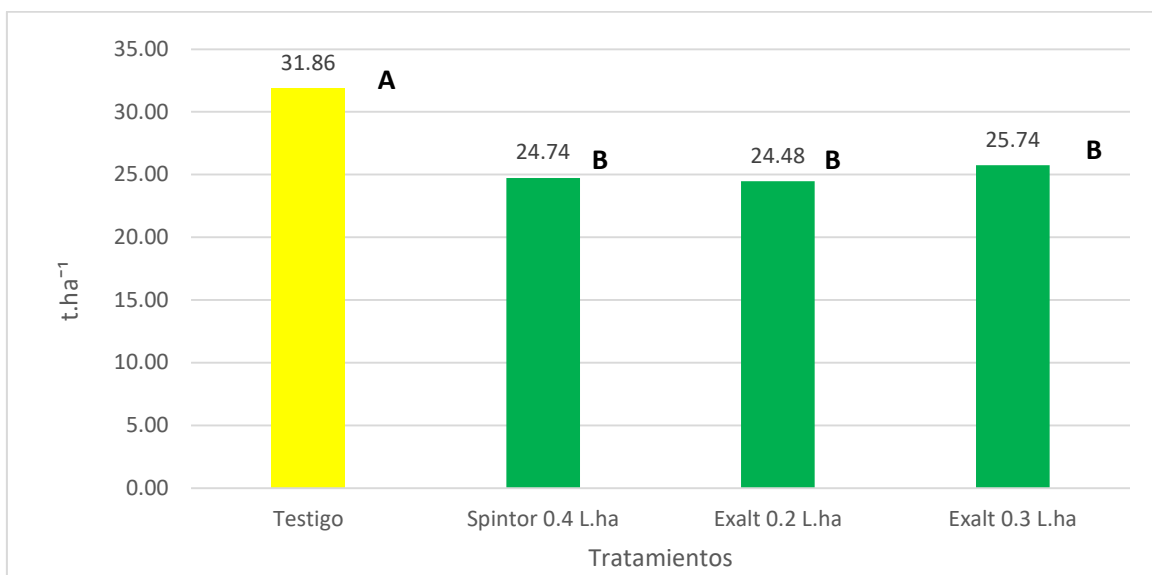


Figura 5. Rendimiento de fruto. 2017.

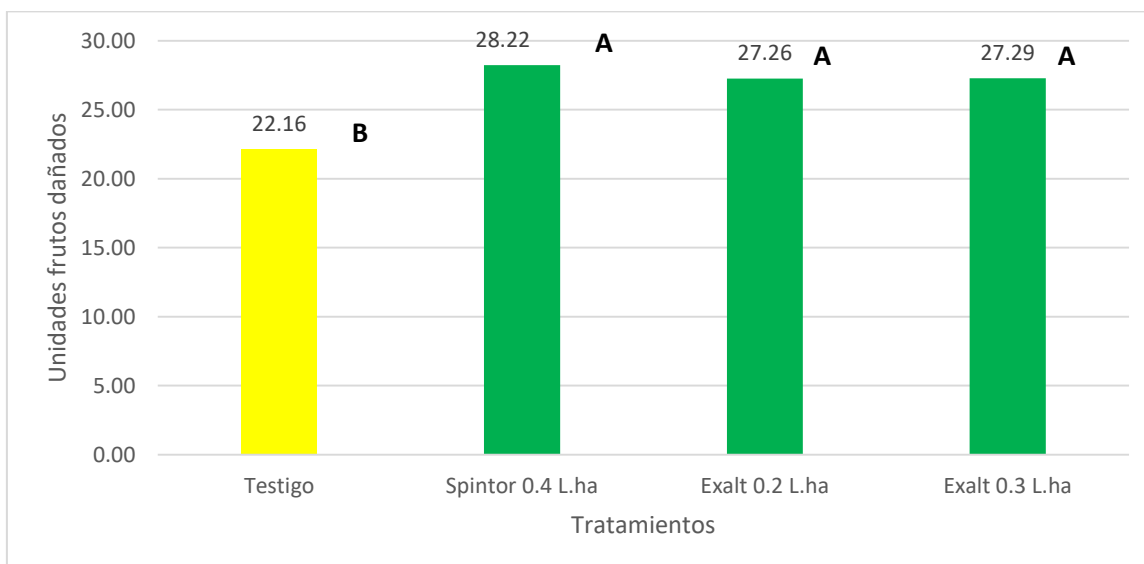


Figura 6. Consolidado de número de frutos dañados. 2017.

EL ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadros 1 refleja los resultados del análisis económico de la evaluación de pesticidas, se empleó el análisis de tasa de retorno marginal en el ensayo, en donde el tratamiento uno (Fipronil, 0.50 l.ha⁻¹, Tiacloprid-β Ciflutrina 0.50 l.ha⁻¹, Imidacloprid 0.35 kg.ha⁻¹ + Clorpirifos 0.50 kg.ha⁻¹) presentó mejor rentabilidad, además, que superó a los demás tratamientos con una TRM de 6.03.

Cuadro 1. Análisis económico, localidad de Atiquizaya, El Salvador, 2017.

Tratamiento	Costos variables \$/ha	Costo marginal \$/ha	Beneficio neto \$/ha	Beneficio marginal \$/ha	TRM
T1	606.92		2530.87		
		263.52		1588.74	6.03
T4	343.40		942.13		

CONCLUSIONES

La eficiencia de los pesticidas químicos contra los tratamientos de Spinetoram J y L, fue demostrado, dado que estadísticamente no se presentó diferencias significativas entre los tratamientos, para las variables agronómicas del cultivo (altura de planta, diámetro y largo de fruto; así como la variable de incidencia de trips fitopatógenos.

Existió diferencia significada ($p > 0.05$) para las variables de rendimiento y número de frutos dañados, el rendimiento medio fue de 26,70 T. ha⁻¹, mostrando mejores el tratamiento testigo (31,86 T. ha⁻¹) y el mejor tratamiento cuatro (Exalt 0.30 l. ha⁻²) con 25,74 T. ha⁻¹, el daño de fruto de trips presenta un fruto no agradable y deforme, así también reduce su peso por el daño.

Al realizar el análisis marginal a TRM el tratamiento testigo (6.03) dominando a los demás tratamientos, nos indica que cada dólar que invertimos en el tratamiento testigo recibirá adicionalmente 6.03 dólares.

Basado en los resultados obtenidos los productores (as) deben seguir aplicando pesticidas químicos, mientras no se realice un ensayo con otros productos, dosis e intervalos de aplicaciones, dada el ciclo y dinámica poblacional

RECOMENDACIONES

Se debe implementar estos resultados en otro ensayo, enfatizar en los productos orgánicos a base de mezcla y otro ingrediente activo en rotaciones, dado la dinámica de población del trips.

LITERATURA CONSULTADA

Anuario Estadístico agropecuario, 2015, MAG- DGEA, El Salvador, Centroamérica.

Bustillo, A. 2009. Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. Revista Colombiana de Entomología 35 (1): 12-17 (2009).

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 2003. Cultivo del chile dulce. Guía Técnica No. 18. San Andrés, La Libertad.

Larín, M. 2015. Diagnóstico de situación de las hortalizas en El Salvador. MAG – CENTA, El Salvador, Centro América.



VALIDACIÓN DE NEMATICIDA EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE (*CAPSICUM ANNUUM* L) BAJO CONDICIONES DE ÁREA PROTEGIDA.

Lesser Linares⁸

RESUMEN

En El Salvador, las hortalizas son afectadas por los ataques de nemátodos, esto se agrava cuando la mayoría de los controles se realizan con nematicidas químicos altamente contaminantes del medio ambiente y a la falta de información sobre nematicidas botánicos. El objetivo fue validar una alternativa botánica de manejo de nemátodos fitopatógenos en la producción de chile dulce (*Capsicum annuum*). La validación fue realizada en tres localidades de El Salvador, el diseño experimental fue parcelas apareadas, la parcela uno, tecnología del productor (aplicando Oxamilo, 4.0 l.ha⁻¹), parcela dos, tecnología a validar (6.0 l.ha⁻¹ de *Tagelis erecta*), sembrando el híbrido Nathalie. El análisis estadístico solo reporta diferencias significativas, en la variable de nemátodos fitopatógenos y nemátodos de vida libre (parcela uno), a nivel de promedios, la lectura final de nemátodos fitopatógenos (Oxamilo, 128 y *T. erecta*, 203 unidades), igual para altura de planta (Oxamilo, 158.7 y *T. erecta* 159.0 cm) y en rendimiento fue 1.810 con Oxamilo y 1.718 kg.m⁻² con *T. erecta*. Los datos obtenidos de los nemátodos fitopatógenos presentaron seis géneros, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Rotylenchulus* y en menor cantidad *Pratylenchus* y *Criconemoides*. La variable de géneros de nemátodos benéficos, presentó en la parcela del tratamiento de validación del productor 171 y *T. erecta*, 536 unidades en promedio, (*Mylonchulus*, *Rabditis*, *Acrobeles*, *Aphelechus* y *Dorylaimus*). Los ingresos económicos fueron evaluados con la relación beneficio-costo, donde la tecnología de productor obtuvo 1.60 y la tecnología propuesta fue de 1.46; Oxamilo representó mejores resultados, pero contamina el ambiente y con consecuencias para los seres humanos. El producto a base de *T. erecta*, es más amigable con el ambiente y eficaz en el control de nemátodos fitopatógenos, se realizó un sondeo de opinión, con 11 productores, sobre variables de altura y sanidad de planta, largo y color del fruto, así como color de hojas.

PALABRA CLAVES: Nematicidas, nemátodos, chile dulce.

⁸ Investigador III, Programa de Hortalizas, CENTA-MAG-El Salvador lesser.linares@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la producción de chile dulce, es afectada por el ataque de nemátodos fitopatógenos (comunicación verbal personal del laboratorio de Parasitología de CENTA), hasta en 30%. Esto es un problema oculto, ya que la mayoría de agricultores en la producción de chile dulce, no realizan análisis de nematológico (Diagnostico participativo, CENTA, 2015). En los diagnósticos los productores, reportan que el ataque de esta plaga influye en el rendimiento del cultivo de chile dulce. Esta plaga se maneja con productos químicos por parte del productor y/o productoras, con su respectiva contaminación ambiental, además de emplear dosis y aplicarlo en forma incorrecta.

En el diagnóstico realizado con los productores hortícolas (Enero, 2015) más del 80 % expresa que tienen problemas de plagas, entre estos los hongos y nemátodos fitopatógenos; por otro lado se tiene poca información de algunos nematocidas orgánicos en el país, los cuales son una alternativa viable para el manejo agronómico del cultivo de chile dulce. En relación a la producción nacional de chile dulce, en nuestro país, se siembra un área de 261 hectáreas (MAG-DGEA, 2015); según reportes de los extensionistas de CENTA, existe una área de 50 manzanas (35 hectáreas), sembradas del cultivo de chile dulce en área protegida (macrotúneles, invernaderos y casa malla). La importación de chile dulce es del orden de 6,300.000 Kilogramos, con un costo de \$ 1,200.000 (DGEA-MAG, 2015). Por otro lado, el problema de nemátodos se maneja principalmente con la aplicación de nematocidas químicos altamente contaminantes del medio ambiente; se requiere información pertinente de los nematocidas, que permitan controlarlos para aumentar los rendimientos y mejores ganancias, la aplicación de nematocidas de última generación, es una alternativa para los productores (as) del cultivo de chile dulce.

Según la opinión de los productores (diagnósticos de productores de chile dulce CENTA, 2015) existe poca información de los nematocidas químicos y cada día los nematocidas botánicos, están teniendo una mayor demanda, dado que tienen un menor impacto ambiental y su eficiencia es similar a los nematocidas químicos del mercado altamente contaminantes. En una investigación realizada en comunidades del país (Linares, 2013), se encontró que Tagelis en dosis, de 6-8 L.ha⁻¹) resultó efectivo para el control de nemátodos fitopatógenos, del género de *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Rotylenchus* y *Helicotylenchus*; así también Osorio, E. (2015) empleó Tagelis (8-10 L.ha⁻¹) presentando comportamiento similar en el manejo de nemátodos comparado con el químico (Carbofuran 5G, 15 kg.ha⁻¹) y Oxamilo (2.5-3.5 L.ha⁻¹), en el control, de estos nemátodos fitopatógenos. El objetivo fue validar una alternativa botánica en el manejo de nemátodos en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L).

MATERIALES Y MÉTODOS

La validación, se estableció en tres localidades (replicas), las cuales se establecieron en época de estación lluviosa, en áreas de influencia de los Municipios de Atiquizaya y Chalchuapa. La validación consistió en dos parcelas: **Parcela Uno** (Manejo del productor, Oxamilo 4 l.ha⁻¹, una aplicación), usando Nematocida Químico; **Parcela Dos** (Validación de alternativa botánico, Tagetes 6.0 l.ha⁻¹, tres aplicaciones). Se realizó análisis de suelo inicial para determinar la presencia de nemátodos fitopatógenos; el manejo agronómico (CENTA, Guía técnica del chile dulce, 2003) se realizó con la preparación del almacigo en bandejas

de 200 hoyos en área protegida, además de aplicaciones para prevenir ataque de hongos y bacterias (25 cc de Propamocarb más 25 cc de Carbendazim por bombada de 17 litros), a los 260 días de germinada la plántula se fertilizó con un grano de Blaukorn por hoyo, **la parcela uno (Productor)** se usó Nematicida químico, Oxamilo, 175 cc por bombada de 17 l, una aplicación), **la parcela dos (validación)** se usó nematicida botánico, *Tagetes erecta* 265 cc por bombada de 17 l (tres aplicaciones). Ambos nematicidas químico y botánico aplicándolos en forma drench (tronqueado) el nematicida. El análisis de la incidencia de nemátodos se realizó en tres momentos, la eficiencia de la acción de control de los nemátodos, se evaluaron a través del recuento de las poblaciones del nemátodo en tres fechas a los 15, 45 y 75 días después del trasplante; comparando la población inicial y subsecuentes de los géneros de nemátodos encontrados, en cada muestreo; la aplicación de nematicidas (aplicación nematicida químico o 10 después de trasplante y el nematicida botánico 10, 40 y 70 ddt). Las muestras de suelo se tomaron con un barreno de 2,5 cm de diámetro, a la profundidad de raíces, de 5 hasta los 30 cm sobre la línea del gotero. Se tomaron 10 submuestras por cada parcela, correspondiendo a una submuestra por gotero, dado que la manguera de riego posee goteros cada 0.40 m de distancia. La extracción de los nemátodos (laboratorio parasitología) se realizó tamizando la muestra de suelo por un set de tamices de 45, 74, 100 y 180 micras y recogiendo el material retenido en un tamiz de 180 mesh de abertura, en el cual quedaron retenidos los individuos de mayor tamaño; el residuo de este tamiz se filtró por 24 horas en un recipiente con una malla de nylon de 100 micras de ancho. Los estados juveniles de menor tamaño de esta especie se recogieron del material retenido por los tamices de 74 micras y 45 micras, el cual se filtró por 48 horas, en un embudo con papel facial, ajustando las poblaciones a una curva de distribución normal. (Southey, J. F. 1970 y Talavera, R. M. 1993). Los datos fueron analizados por una prueba de student.

La validación se realizó en área protegida (casa malla), cada parcela consto de 194,4 m² (18,0 m largo por 10,8 m ancho), dando un área total de 388,80 m² (Anexo 1), en el terreno la preparación del suelo fue como el productor la realiza en la zona, el manejo de malezas se realizó con mano de obra; la recomendación de fertilización se basó, en el análisis de suelo y la recomendación del laboratorio de CENTA, el monitoreo de plantas se realizó en cultivo establecido y durante el desarrollo del ciclo del cultivo, para diagnóstico de nemátodos, se realizaron tres lecturas de muestreos de nemátodos, la tercera lectura fue realizado a los 75 días después del trasplante. Las condiciones edafoclimáticas se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones Físico-ambientales de las áreas de la validación. 2017

	Atiquizaya (2)	Chalchuapa (1)
Textura	Franco Arcilloso	Franco Arcillo Arenoso
Ubicación	13° 49' 49" N 89° 43' 21" O	14° 02' 22" N 89° 42' 28" O
msnm	638	609
Lluvia (mm)	1,375	1,350
HR (%)	85	80
T ° (°C)	27	28

Fuente: Datos de MAG-CENTA (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NEMÁTODOS FITOPATÓGENOS

Se realizó tres muestreos, el primero a los 15 días después de trasplante, el segundo 45 ddt y el tercero a los 75 ddt, obteniéndose para la segunda lectura, la presencia de los géneros *Criconemoides* (Productor 3, Tecnología 32), *Meloidogyne* (Productor 107, Tecnología 555), *Pratylenchus* (Productor 53, Tecnología 3), *Rotylenchus* (Productor 117, Tecnología 45) y *Tylenchus* (Productor 206, Tecnología 104) (Figura 1). En la tercera lectura, se obtuvo los siguientes géneros, *Criconemoides* (Productor 0, Tecnología 0), *Meloidogyne* (Productor 123, Tecnología 157) y *Pratylenchus* (Productor 0, Tecnología 27), *Rotylenchus* (Productor 37, Tecnología 37) y *Tylenchus* (Productor 53, Tecnología 104) (Figura 2). La incidencia de los géneros de nemátodos fitopatógenos se mantiene en el mismo orden, pero en la parcela de *T. erecta*, se presenta un incremento de estos, en el orden de 34 % en lectura 2 y del 29 % en la lectura 3, estos datos confirman que los nematicidas químicos son más eficientes en el control de nematos que los nematicidas botánico, esto como consecuencia que la forma de acción de los productos químicos (Oxamilo) elimina las plagas por contacto y por vía estomacal con acción sistémica acropetala y basipetala (www.Terralia, 2017), *T. erecta* actúa por contacto y repelencia y más degradable en el medio suelo (www.atlanticaagricola, 2017); sin embargo el análisis estadístico, no mostró diferencias significativas para la tecnología en estudio en la primera y segunda lectura y sin embargo la tercera lectura se presentó una diferencia significativa ($p > 0.10$).

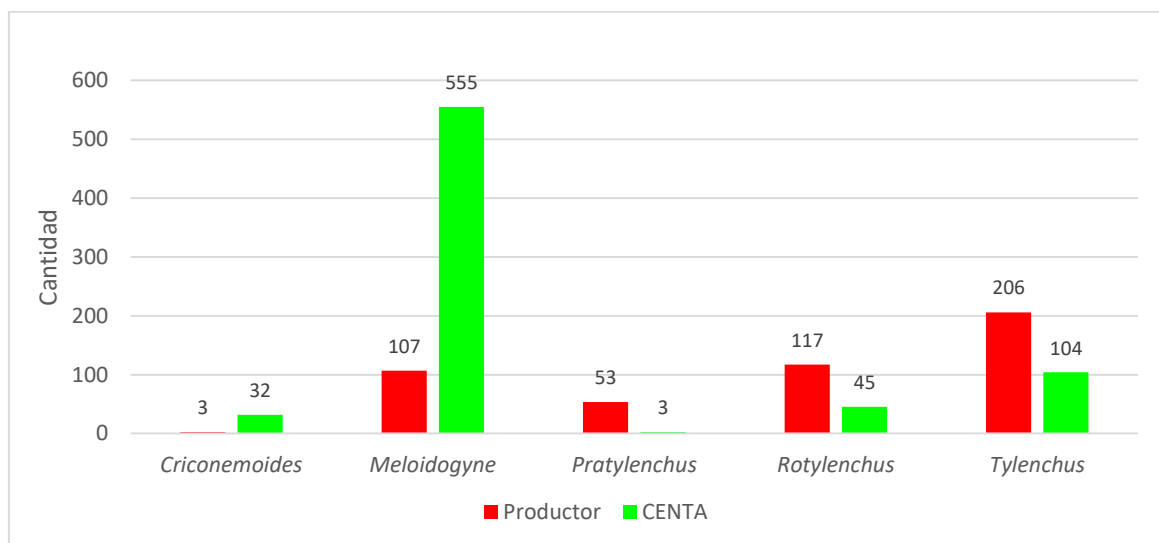


Figura 1. Tipos y cantidades de nematodos fitopatógenos (2da lectura). 2017.

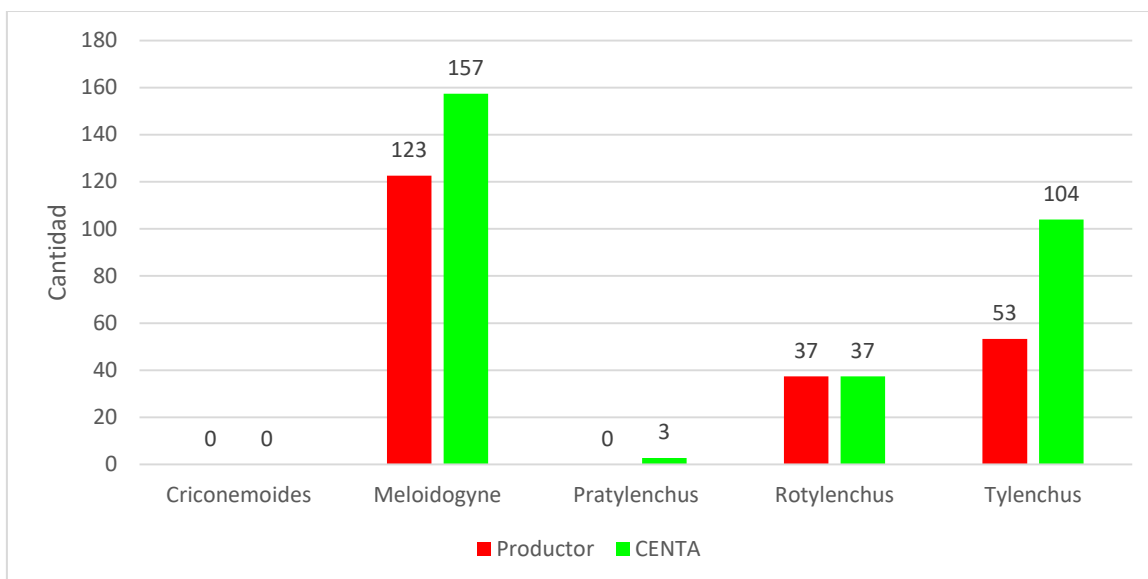


Figura 2. Tipos y cantidades de nematodos fitopatógenos (3 lectura). 2017.

NEMÁTODOS DE VIDA LIBRE

Los géneros que se presentaron fueron: *Rhabditis*, *Mylonchulus*, *Aphelenchus*, *Acrobeles*, *Dorylaimus*, *Acrobeles* las cantidades antes y después mostraron diferencias significativas, pero en la tecnología de Oxamilo, para la parcela uno, se presentó un menor porcentaje de estos nemátodos (60 %), en relación al nematicida botánico (*T. erecta*).

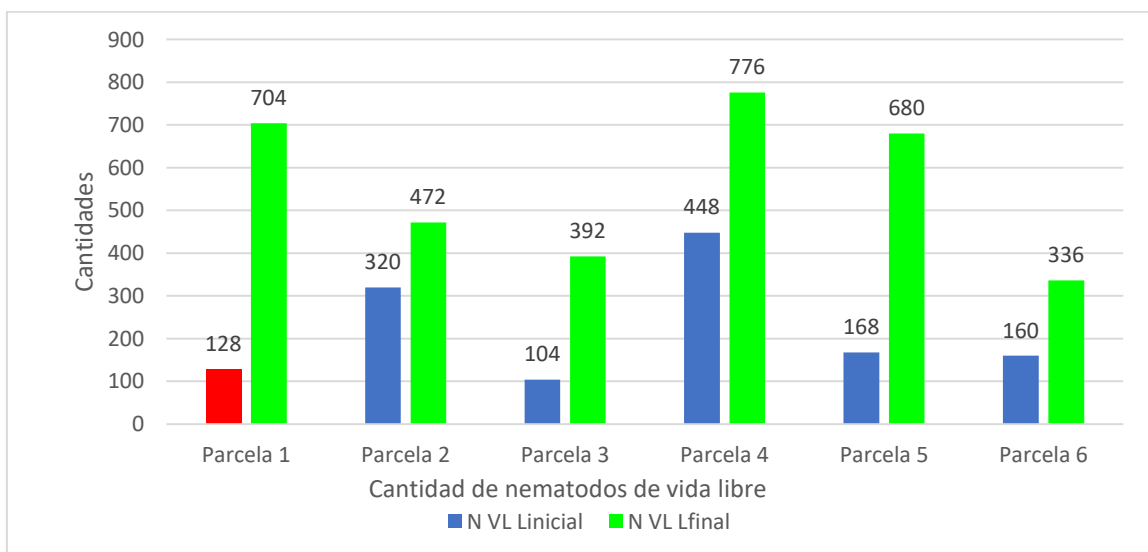


Figura 3. Cantidad de nemátodos de vida libre, consolidados. 2017

VARIABLES AGRONÓMICAS DE LA PLANTA.

Altura de planta (cm)

Esta variable no mostró diferencias significativas, las medias de las tres localidades fue de 158.7 cm con Oxamilo y 159.0 cm con *T. erecta*. La localidad que presentó la mayor altura de planta fue Atiquizaya con una media de 172 cm, y la de menor altura fue Chalchuapa, con 149 cm. (Figura 4).

Largo de fruto (cm)

Esta variable no mostró diferencias significativas, las medias de las tres localidades fue de 16.0 cm con Oxamilo y 15.8 cm con *T. erecta*. La localidad que presentó el mayor largo de fruto fue Atiquizaya con una media de 16.4 cm, y la de menor largo fue Chalchuapa con 15.6 cm. (Figura 5).

Ancho de fruto (cm)

Esta variable no mostró diferencias significativas, las medias de las tres localidades fue de 6.62 cm con Oxamilo y 6.57 cm con *T. erecta*. La localidad que presentó el mayor diámetro de fruto fue Atiquizaya y Chalchuapa con una media de 6.70 cm.

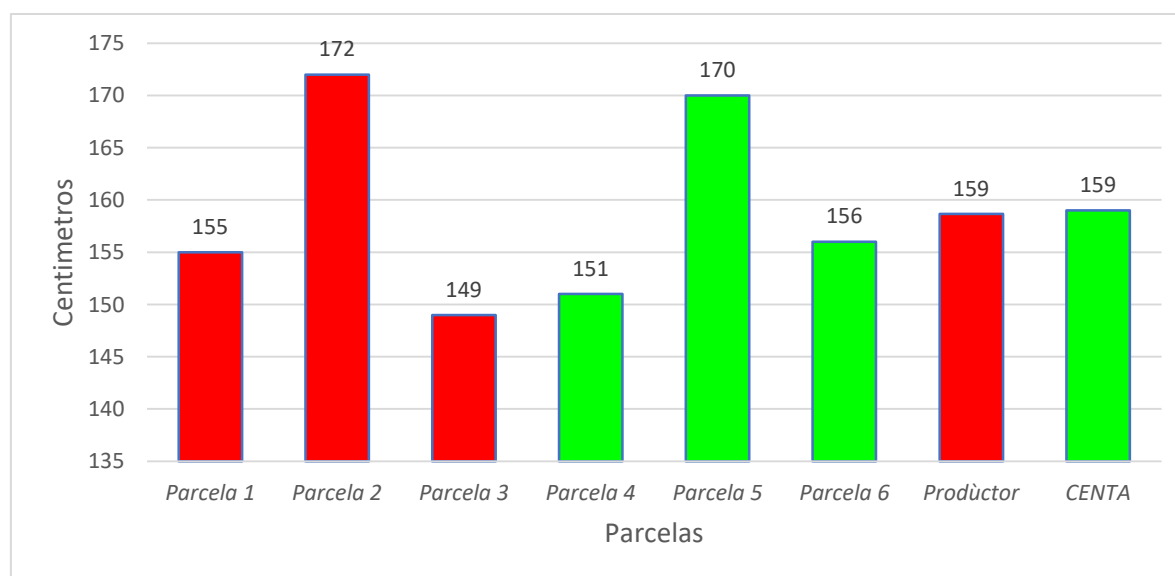


Figura 4. Altura de planta (cm) por localidad. 2017

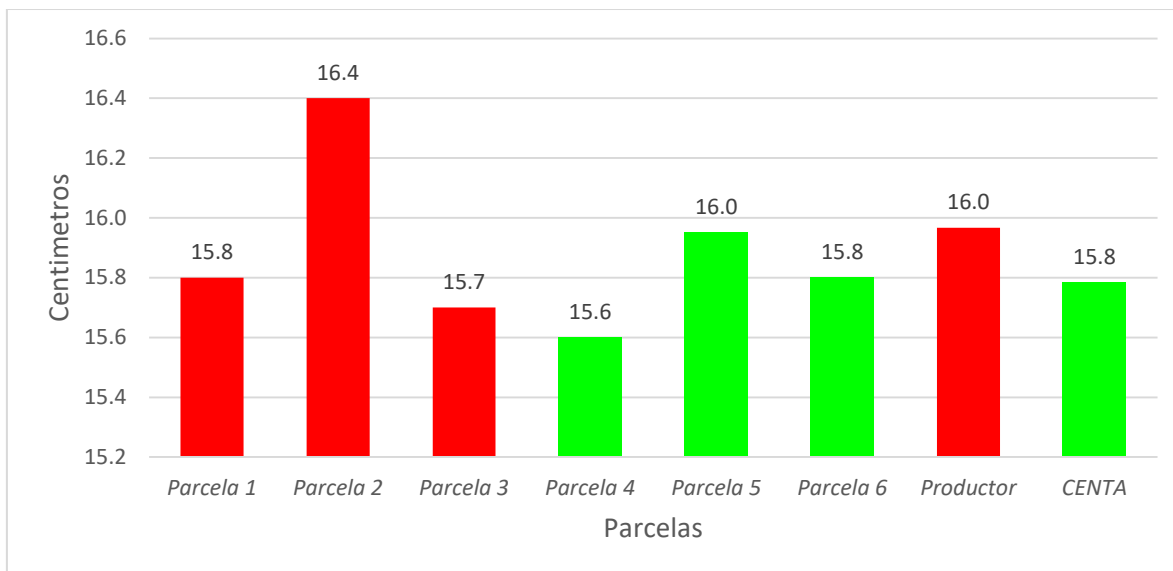


Figura 5. Largo de fruto (cm) por localidad. 2017.

RENDIMIENTOS (KG.M^{-2})

Esta variable no mostró diferencias significativas, las medias de las cinco localidades fue de $1,810 \text{ kg.m}^{-2}$ con Oxamilo y $1,718 \text{ kg.m}^{-2}$ con *T. erecta*. La localidad que presentó el mayor rendimiento fue Chalchuapa $1,875 \text{ kg.m}^{-2}$. (Figura 6).

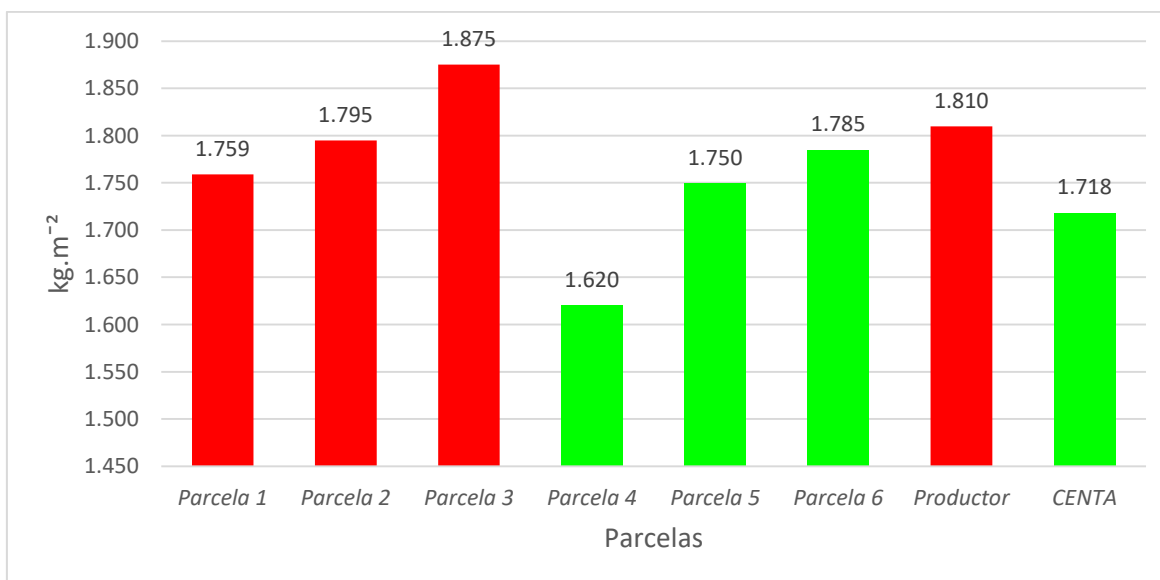


Figura 6. Rendimiento (Kg.m^{-2}) por localidad y promedios. 2017

SONDEO DE OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES

El 55 % de los productores les parece mejor tecnología el uso de nematicidas químicos en relación a color de hoja, altura de planta, planta más sana y preferencia de parcela, solo en color de fruto (64%) hace referencia a la parca del nematicida botánico. (Ver cuadro No. 2).

Cuadro 2. Sondeo de opinión de los productores. 2017.

<u>Preguntas a productores</u>	<u>Tecnología</u> <u>Oxamilo</u>	<u>Tecnología</u> <u>T. erecta</u>	<u>Total</u>
Planta con mejor color de hoja	6	5	11
Mejor color de fruto	5	6	11
Mejor altura de planta	6	5	11
Menor tamaño de fruto	7	4	11
planta más sana	6	5	11
Cual parcela le gusto mas	6	5	11
1 sondeo (11 productores-as)			

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Ambas tecnologías presentaron una diferente relación Beneficio/costo, por lo cual al aplicar *T. erecta*, es más caro ya que se obtiene 0.14 centavos menos; sin embargo por el aspecto contaminación ambiental y por la ley de pesticidas, el Oxamilo es un nematicida muy contaminante y en cambio el *T. erecta* es menos contaminante a nivel de suelo y alimento.

(Ver cuadro No. 3).

Cuadro 3. Relación Beneficio/costo por hectárea de la validación de Nematicidas. 2017.

Tecnología	Costo.ha	Ingreso Total	Beneficio neto	R B/C
Oxamilo	7754,44	12428,93	4674,49	1.60
<i>T. erecta</i>	8096,65	11801,65	3705,00	1.46

CONCLUSIONES

Para los variables de altura de planta, largo y diámetro de fruto, no se observó diferencia significativa en ambas tecnologías.

En la variable de presencia de nemátodos Fitopatógenos se tuvo diferencia significativa ($p > 0.10$) solo en la tercera lectura, los géneros de fitopatogenos que se presentaron en el cultivo, como fueron *Rotylenchus*, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Pratylenchus* y *Criconemoides*.

A nivel de rendimientos estos fueron muy similares, para Oxamilo, 1.81 Kg.m^{-2} y para *T. erecta* fue de 1.72 Kg.m^{-2} , esto nos indica una diferencia a favor de la parcela un de 0.09 Kg.m^{-2} .

El 55 % de productores prefieren a tecnología del nematicida químico contra la tecnología del nematicida botánico.

Para la relación B/C la parcela de Oxamilo fue de 1.60 y de 1.46 para la parcela de *T. erecta*, donde la parcela uno (Oxamilo) presenta un mejor retorno de 0.16 centavos al compararlo con la parcela dos (*T. erecta*).

El empleo de *T. erecta* es un nematicida botánico que presenta una eficiencia similar al nematicida químico (Oxamilo), para el control de nemátodos fitopatógenos, la relación beneficio-costos de estas dos tecnologías son muy cercanas, pero el grado de contaminación del nematicida químico es mayor.

RECOMENDACIONES

Con estos resultados, podemos emplear ambas tecnologías, con similares niveles de control en los nemátodos fitopatógenos de este cultivo.

Se deben establecer más parcelas en áreas de influencia del CENTA, por lo menos en el año 2018, con estos nematicidas.

LITERATURA CONSULTADA

<https://www.atlanticaagricola.comatlanticaagricola.com.html>. 2017.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 2003. Cultivo del chile dulce. Guía Técnica No. 18. San Andrés, La Libertad.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 2017. Datos edafoclimaticos, agencias de extensión. San Andrés, La Libertad.

Anuario Estadístico agropecuario, 2015, MAG- DGEA, El Salvador, Centroamérica.

Larín, M. 2015. Diagnóstico de situación de las hortalizas en El Salvador. MAG – CENTA, El Salvador, Centro América.

Linares, L. R. 2013. Validación de productos orgánicos (nematicida orgánico) para el manejo de plagas en chile dulce (*Capsicum annuum* L.) MAG – CENTA, El Salvador, Centro América.

Osorio, E. 2016. Validación de nematicida orgánico en el cultivo de pepino. MAG – CENTA, El Salvador, Centro América.

Southey, J. F. (ed) 1970. Laboratory methods for work whit plants and soil nematodes, 148 p.

Talavera, R. M. 1993. Manual de nematología agrícola. Instituto de formación agraria y pesquera. Brasil. 23 P.

https://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/view_composition?book_id=1&composition_id=17189. 2017.



USO DE BIOESTIMULANTES COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL CULTIVO DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*).

Luis Alfonso Díaz Arevalo⁹

RESUMEN

En el período de agosto-diciembre 2017, se estableció el ensayo de investigación en cantón San Juan El Espino, Municipio Atiquizaya, departamento Ahuachapán, El Salvador a 636 msnm, N13⁰59'48.2" y longitud W 089⁰43'21.7", T°C promedia 27°C, H.R 85% y 1,375 mm de lluvia. El objetivo del estudio fue generar tecnología utilizando bioestimulantes orgánicos que disminuyan el uso de los fertilizantes minerales para nutrición del cultivo de tomate, conocer la respuesta de la planta a la aplicación de bioestimulantes orgánicos y su rentabilidad. El diseño experimental fue parcelas divididas en bloques al azar, 6 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos fueron: T₁:100% fertilizante químico más Biobrás-6; T₂:100% fertilizante químico más Fitomás-E; T₃:100% fertilizante químico sin bioestimulante; T₄:50% fertilizante químico más Biobrás-16; T₅:50% fertilizante químico más Fitomás-E; T₆: 50% fertilizante químico sin bioestimulante. La unidad experimental 24 m² y entre surco de 1.5 m y entre planta 0.5 m. Variables evaluadas: Medición P₂O₅, K₂O, pH, M.O. (suelo) inicio y final del cultivo, Análisis foliar 85 dds, clorofila (%), altura de planta(m), racimos por planta, frutos por racimo, peso promedio de fruto, frutos por planta, número frutos y rendimiento total en t.ha⁻¹. Parámetros de calidad como: grados brix, firmeza de fruto y vida de anaquel. A los resultados se les realizó un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias Duncan. Los resultados no indican diferencia significativa en la variables rendimiento total, número de frutos total, con valores promedios de rendimiento de 27.3t.ha⁻¹ y 380,487 frutos/ha⁻¹, pero si existió diferencia estadística altamente significativa entre las parcelas grandes (100/FQ y 50%FQ) para las variables altura de planta y numero de racimos por planta con valores de 1.4 y 1.3m de altura, 28 y 26 racimos promedio por planta. El análisis económico refleja que el mejor tratamiento es T4, con tasa de retorno marginal de 3.91.

PALABRAS CLAVES: Bioestimulante, fertilizante químico, Biobrás-16, Fitomás-E

⁹ Ingeniero Agrónomo, técnico investigador, Programa Hortalizas/CENTA, El Salvador, Centroamérica. e-mail: Luis.diaz@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

El deterioro de los suelos en El Salvador es el problema más serio que afecta la agricultura, especialmente en zonas de ladera, que es donde se encuentran los pequeños productores agropecuarios. (Graetz, H A. 1995). Dichas áreas presentan degradación y caída de la fertilidad de suelos, esta situación ocasiona pobreza rural y la inseguridad alimentaria que prevalece en las zonas rurales por bajos rendimientos en suelos muy pobres; se han incrementado las áreas de siembra, pero los promedios de rendimiento se han reducido debido a los problemas antes mencionados (Vieira, J M. 1999). La producción de hortalizas en El Salvador es afectada por factores bióticos y abióticos, así como por las características socioeconómicas y productivas de los pequeños y medianos productores, que se ven limitados en la utilización de fertilizantes químicos para obtener los resultados esperados, los factores que contribuyen con los bajos rendimientos, son la no aplicación de los nutrimentos necesarios para su desarrollo, producto del alto costo de los fertilizantes químicos, en tal sentido la utilización de bioestimulantes como Biobrás y Fitomás (LA BIOFAM, 2015.) y otros productos biológicos, es una alternativa de bajo costo de producción, accesible, fácil de aplicar y adecuado a las condiciones de la agricultura familiar y que mejora la nutrición del cultivo e incrementando los rendimientos. Para el rubro tomate, la demanda aparente es de 109,554,703 kg, y se producen en el país 19,396,600 kg en un área de 988 mz, se importaron de Guatemala y Honduras 90,158,103 kg, por valor de \$ 12,165,670 para el año 2015. Implica que El Salvador tiene una balanza comercial negativa (MAG-DGEA, 2015-2016). La utilización excesiva de fertilizantes resulta en mayores costos de producción y contaminación de suelos y aguas, lo que ha conducido a un proceso de deterioro de los escasos recursos y a una creciente dificultad para recuperarlos. Por lo tanto, las características más importantes de las bacterias es solubilizar nutrientes, fijar nitrógeno atmosférico, producción de hormonas de crecimiento, ser un colonizador agresivo de raíces con capacidad de desarrollarse a la par de las raíces de la planta (Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernández, J L. 2010). El objetivo de este trabajo fue, generar una tecnología utilizando bioestimulantes orgánicos que disminuya el uso de los fertilizantes minerales para la nutrición en el cultivo de tomate y determinar el tratamiento orgánico más eficiente y económicamente más rentable para el productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se estableció en agosto- diciembre del 2017, localizado en el cantón San Juan El Espino, Municipio Atiquizaya, departamento de Ahuachapán, El Salvador; a 636 msnm, latitud 13°59'48.2" N y longitud W089°43'21.7" O, temperatura promedio de 27°C y una humedad relativa de 85% y precipitación promedio anual de 1,375mm. El ensayo de campo se desarrolló en un suelo franco-arcilloso, con un pH 5.77, alto contenido de fósforo y potasio.

En el cuadro 1 se presentan las principales propiedades químicas de suelo donde se estableció el experimento.

Cuadro 1. Características químicas del suelo donde se estableció el ensayo, Municipio Atiquizaya, departamento Ahuachapán. 2017.

Textura al tacto	pH suelo	Fosforo Mg.kg ⁻¹	Potasio Mg.kg ⁻¹	K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K	CICE	%
				KIntercble (Cmol.kg ⁻¹)					M.O
Franco Arcilloso	5.77	44	343.8	0.86	3.98	15.23	11.24	16.17	3.67
		MA	MA		M	M	M	M	M
		CN:20	NC:200						

Fuente: Laboratorio de Suelos CENTA
SIMBOLOGÍA: mg.kg⁻¹=ppm; Cmol.kg⁻¹= meq /100 gr de suelo

Los bioestimulantes o biofertilizantes pueden utilizarse tanto en hortalizas como en granos básicos, en el caso del Fitomas-E contiene aminoácido, oligosacáridos y bases nitrogenadas cuya función es estimular el desarrollo de raíces, tallos y hojas. Fortalece la planta contra plagas y estrés hídrico. El Biobras-16, es un brasinoesteroide que estimula la elongación y división celular, su función principal es fijar flores y frutos. Estos productos deben aplicarse respetando las recomendaciones y dosificaciones del fabricante (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fuentes comerciales de bioestimulantes utilizados en ensayos de

Investigación cultivo de tomate CENTA-MAG, El Salvador. 2017.

Bioestimulante	Ingrediente Activo	Dosis lts.ha ⁻¹
Biobras -16	Brasinoesteroides	0.5-1.0 lts
Fitomás-E	Aminoácidos	
	Oligosacáridos	
	Bases nitrogenadas	1.0-2.0 lts

Fuente: LA BIOFAN, 2015

Los tratamientos con bioestimulantes fueron combinados con dos niveles de fertilizante químico (50 % y 100 %). De acuerdo a los resultados del análisis químico de suelo del laboratorio de CENTA (Cuadro 1), que reportó alto en fósforo y potasio, la recomendación técnica fue la aplicación solo de nitrógeno en las fuentes y cantidades que se detallan en cuadro 3.

Cuadro 3. Fuente comercial de fertilizante químico utilizado en ensayo de investigación en cultivo de tomate CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Momento de aplicación	Dosis (Kg.ha ⁻¹)	Clase de fertilizante
Trasplante	169	Sulfato de Amonio 21%N+24% S
4 semanas después del trasplante	130	Nitrato de Amonio 34% N
8 semanas después del trasplante	162	Nitrato de Amonio 34% N
12 semanas después del trasplante	91	Urea 46% N

Fuente: Recomendación laboratorio de Suelos CENTA.

Los tratamientos en estudio se detallan a continuación en el (Cuadro 4). T₁:100 % fertilizante químico más Biobrás-16, para este tratamiento los costos que varían son básicamente los gastos en fertilizantes químicos, bioestimulantes y mano de obra (CIMMYT, 1988). Este bioestimulante contiene aminoácidos, oligosacáridos y bases nitrogenadas, considerando lo anterior y con la problemática actual que constituye para la agricultura el mal uso de los agro insumos, dado que anualmente se utilizan en el mundo más de 100 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados y más de 90 millones de potasio y fósforo para obtener cultivos con altos rendimientos. La utilización excesiva de fertilizantes resulta en mayores costos de producción y en la contaminación de suelos y aguas, lo que ha conducido a un proceso de deterioro de los escasos recursos y a una creciente dificultad para recuperarlos (Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernández, J L. 2010). T₂:100 % fertilizante químico más Fitomás-E.

Este producto contiene brasinoesteroides, elaborado a base de compuestos naturales. Para este tratamiento los costos que varían son básicamente los gastos en fertilizantes químicos, bioestimulantes y mano de obra. T₃: 100% fertilizante químico sin bioestimulantes. Para este tratamiento los costos que varían son los gastos en fertilizantes químicos y mano de obra. T₄:50% fertilizante químico más biobrás-16.

T₅:50% fertilizante químico más Fitomás-E, consiste en la utilización de la mitad de las necesidades de fertilizante mineral que la planta necesita para su normal desarrollo y la otra parte la aportara la acción del bioestimulante en asocio con la planta. T₆:50% fertilizante químico sin bioestiulante, para este tratamiento los costos que varían son los gastos en fertilizantes químicos y mano de obra.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en ensayo de investigación cultivo Tomate. CENTA-MAG. El Salvador, C.A. 2017

Tratamiento	Descripción
T1	100 % F Q + Biobras-16
T2	100 % F Q + Fitomás-E
T3	100 % F Q + S.B
T4	50 % F Q + Biobras-16
T5	50 % F Q + Fitomás-E
T6	50 % F Q + S.B.

SIMBOLOGÍA:

FQ: Fertilización Químico; Biobrás-16: Bioestimulante; Fitomás-E: Bioestimulante; SB: Sin bioestimulantes. La siembra de la semilla de tomate se realizó en bandejas de polipropileno de 200 cavidades y protegida en invernadero en el mes de agosto del 2017, utilizando la variedad de tomate de polinización libre CENTA Cuscatlán-CC de hábito de crecimiento semideterminado como cultivo indicador. El trasplante al lugar definitivo se realizó 22 días después de la siembra. El manejo del cultivo fue: distanciamiento de siembra 1.5 metros entre hilera y 0.5 metros entre planta ($13,333 \text{ plantas/ha}^{-1}$) y sembrado a la intemperie sin ninguna protección, tutores de bambú, con poda fitosanitaria, y el plan de fertilidad de acuerdo a los resultados de análisis de suelo de laboratorio (cuadro1) y de acuerdo a cada uno de los diferentes tratamientos. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en bloques al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental de 24 m^2 , 40 plantas por unidad experimental, 18 plantas de área útil, un área total para el ensayo de 576 m^2 y 960 plantas. La aplicación de bioestimulantes se realizó atendiendo las recomendaciones técnicas del fabricante, la primera aplicación se realizó 10 días después del trasplante, la segunda aplicación al inicio de la floración y la tercera en la etapa reproductiva, en dosis de 0.5 a 1.0 lts/ha^{-1} para Biobrás-16 y 1.0 a 2.0 lts/ha^{-1} para Fitomás-E (Cuadro 2).

El manejo fitosanitario se inició con la aplicación de imidacloprid para el complejo de insectos chupadores al momento del trasplante, posteriormente se realizó el control respectivo de plagas y enfermedades de acuerdo con las necesidades del cultivo según recomendación de CENTA, 2002.

Las variables evaluadas fueron: De planta: Análisis foliar (N, P_2O_5 , K_2O) 85 días de edad, lectura de clorofila (%) a 65 y 100 días después de la siembra, altura de planta (65 y 100 después de la siembra), racimos por planta, frutos por racimo, peso promedio de fruto, frutos por planta. De rendimiento: categorización de frutos (primera segunda y tercera) y número de frutos y rendimiento t.ha^{-1} . Parámetros de calidad: grados Brix (Sólidos solubles), pH y vida de anaquel. Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el análisis de varianza y prueba de Duncan a un nivel de probabilidad del 1% y 5%, finalmente para determinar la rentabilidad de los mejores tratamientos se realizó un análisis económico en base a presupuestos parciales y análisis marginal (CIMMYT, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 5 se observa un ligero incremento de Nitrógeno (N) en la hoja de la planta de tomate, influenciado por la acción de los bioestimulantes de forma individual, puede inferirse que la acción de los productos complementa el 50% de fertilizante químico que la planta necesita en esta etapa fenológica. De forma general puede concluirse que los valores mostrados en todos los tratamientos superan el valor óptimo de Nitrógeno (N) necesario para esta edad ($3.12\text{g}/100 \text{ g}$), se observa un buen aprovechamiento de este elemento por la planta.

Para el caso de fósforo de y potasio, se observa un leve incremento con respecto al nivel óptimo de la planta a esta edad $0.25 \text{ g}/100 \text{ g}$ y $2.45 \text{ g}/100 \text{ g}$, respectivamente.

En el caso de la humedad se observa un mayor valor en los tratamientos T4 y T5, con valores de $87.04 \text{ g}/100 \text{ g}$ y $87.59 \text{ g}/100 \text{ g}$, probablemente por el efecto de los bioestimulantes, que estimula el desarrollo del sistema radicular y aumenta la capacidad de

extracción de agua y nutrientes del suelo y lo hace más tolerante al estrés hídrico (Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernández, J L. 2010).

Cuadro 5. Resultado de análisis foliar en planta de tomate variedad CENTA Cuscatlán-CC ensayo experimental, Municipio Atiquizaya, Ahuachapán, El Salvador. 2017.

TRATAMIENTOS	RESULTADOS BASE SECA			
	N (g/100 g)	P (g/100 g)	K(g/100 g)	H (g/100 g)
T1: 100 % F.Q.+Biobras-16	4.76	0.56	3.69	85.74
T2: 100 % F.Q.+ Fitomas-E	4.60	0.55	3.09	86.46
T3: 100 %FQ + S.B.	4.26	0.59	3.76	86.48
T4: 50 % F.Q. + Biobras-16	4.53	0.43	3.03	87.04
T5: 50 % F.Q. + Fitomas-E	4.45	0.53	3.07	87.59
T6: 50 % F.Q. + S.B.	4.76	0.54	3.81	86.86
Nivel óptimo 85 dds	3.12	0.25	2.45	

Fuente: Laboratorio Química Agrícola, CENTA

SIMBOLOGIA: N: Nitrógeno; P: Fosforo; K: Potasio; H: Humedad

MEDICIÓN DE CLOROFILA (%)

El análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico), para la variable lectura de clorofila (65 y 100 dds), lo que indica que son estadísticamente iguales y que la planta responde fisiológicamente de igual manera a los diferentes niveles de fertilizante (Fig.1).

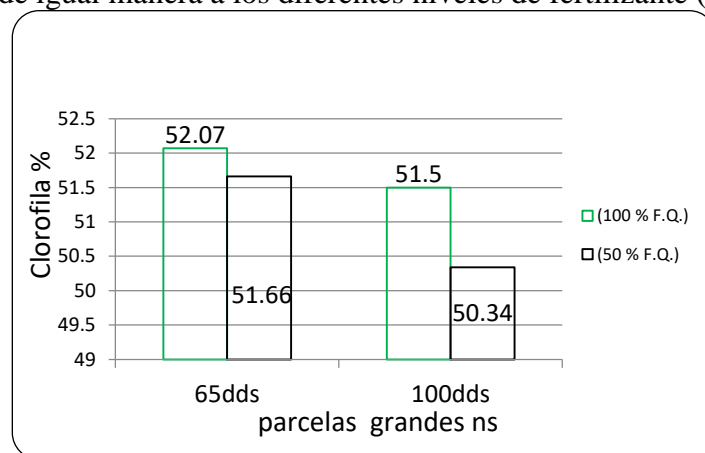


Fig. 1 Lectura de clorofila en planta de tomate, 65 y 100 dds parcela grande, CENT-MAG, El Salvador, 2017.

SIMBOLOGÍA:

F.Q.: Fertilizante Químico; dds: días después de la siembra

Biobrás-16: Bioestimulante;

Fitomás-E: Bioestimulante.

Según el análisis de varianza no hay diferencia estadística significativa entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes), para la variable lectura de clorofila (65 y 100 dds), lo que indica que son estadísticamente iguales y que la planta responde fisiológicamente de igual manera a los diferentes niveles de fertilizante; aunque se

observa a los 65 días de edad una mayor concentración de clorofila con 52.07% (100% F.Q.) y 51.66% (50 % F.Q (Fig. 2)

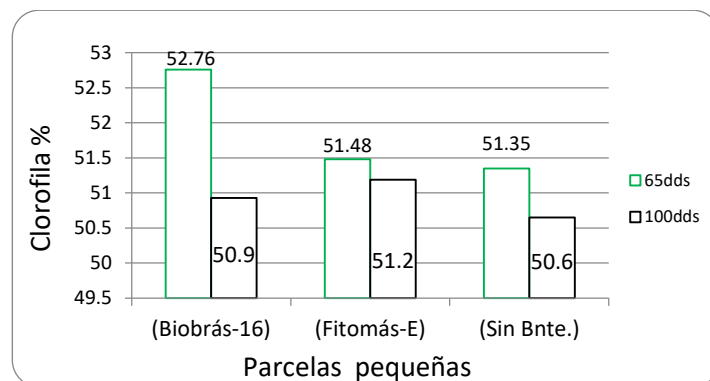


Fig. 2 Lectura de clorofila en planta de tomate, 65 y 100 dds parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

Para la interacción de factores niveles de fertilizantes y bioestimulantes, el análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre los tratamientos, en la variable lectura de clorofila, lo que indica que son estadísticamente iguales (Cuadro 6). Los datos muestran que los contenidos de clorofila fueron mayores en los tratamientos T1 y T4 con valores de 53.25%, 52.28% (65 dds) respectivamente. De igual manera no hay diferencia estadística significativa para los 100 dds, todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales.

Cuadro 6. Resultados lectura de clorofila para interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017

Tratamiento	Clorofila %	
	65 dds	100 dds
T1:100% F.Q+Biobrás-16	53.25	51.20
T2:100% F.Q+Fitomás-E	51.25	51.58
T3:100% F.Q+S.B	51.70	51.73
T4:50% F.Q+Biobrás-16	52.28	50.10
T5:50% F.Q+Fitomas-E	51.45	50.80
T6:50% F.Q+S.B.	51.25	50.13
Promedio	51.80	50.90
C.V.	5.23	4.53
Significancia	ns	ns

ALTURA DE PLANTA (M)

El análisis de varianza indica diferencia estadística altamente significativa al 1% de probabilidad entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico) para la variable altura de planta a los 100 dds y la prueba de Duncan definió que el mejor nivel de fertilización fue 100% fertilizante químico con una altura de 1.44 metros, seguido del nivel 50% fertilizante químico con valor de 1.33 metros respectivamente. Para esta variable no hubo diferencia estadística a los 65 dds y para los diferentes niveles de fertilización química (Fig.3).

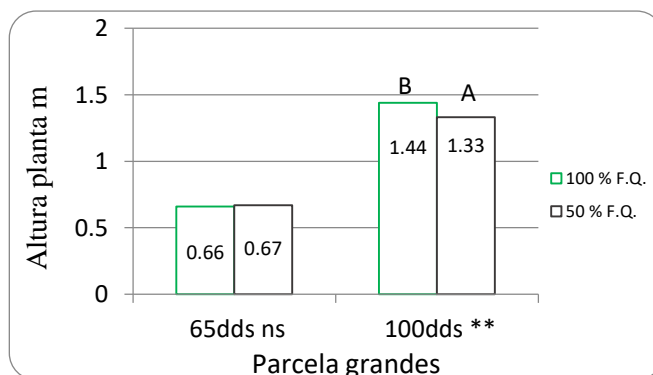


Fig. 3 Lectura altura de planta de tomate, 65 y 100 dds parcela grande, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

El análisis de varianza indica que no hay diferencia estadística significativa entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes), para la variable altura de planta (65 y 100 dds), lo que indica que son estadísticamente iguales y que la planta responde fisiológicamente mejor con la aplicación del bioestimulante Biobrás-16 tanto para 100 dds con valor de 1.38 metros como a los 65 dds con 0.67 metros de altura (Fig. 4).

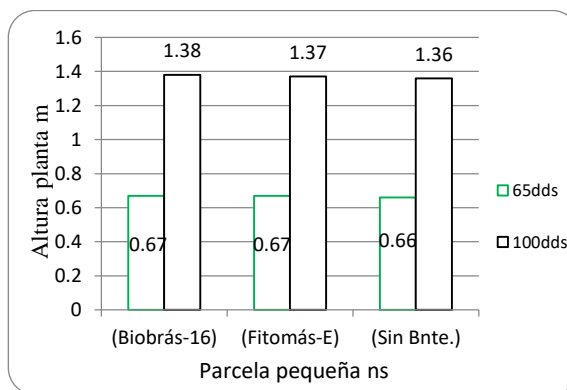


Fig. 4. Lectura altura de planta de tomate, 65 y 100 dds parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

En esta interacción de factores niveles de fertilizantes y Bioestimulantes (Cuadro 7), según el análisis de varianza no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para la variable altura de planta, lo que indica que son estadísticamente iguales. Pero se

observa que los promedios generales superan algunos tratamientos como es el caso de T1 y T2 con valores de 1.42 y 1.40 metros a los 100 dds.

Cuadro 7. Resultados altura de planta para interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamiento	Altura planta (m)	
	65 dds	100 dds
T1:100% F.Q+Biobrás-16	0.65	1.42
T2:100% F.Q+Fitomás-E	0.68	1.40
T3:100% F.Q+S.B	0.66	1.39
T4:50% F.Q+Biobrás-16	0.69	1.34
T5:50% F.Q+Fitomas-E	0.67	1.33
T6:50% F.Q+S.B.	0.65	1.32
Promedio	0.67	1.37
C.V.	2.83	2.91
Significancia	ns	ns

RACIMOS DE FRUTO POR PLANTA

De acuerdo al análisis de varianza existe diferencia estadística altamente significativa al 1% de probabilidad entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico) para la variable racimos por planta y la prueba de Duncan definió que el mejor nivel de fertilización es 100 % con 28.5 racimos por planta, seguido del nivel 50 % fertilizante químico con valor de 26.08 racimos por planta respectivamente (Fig.5).

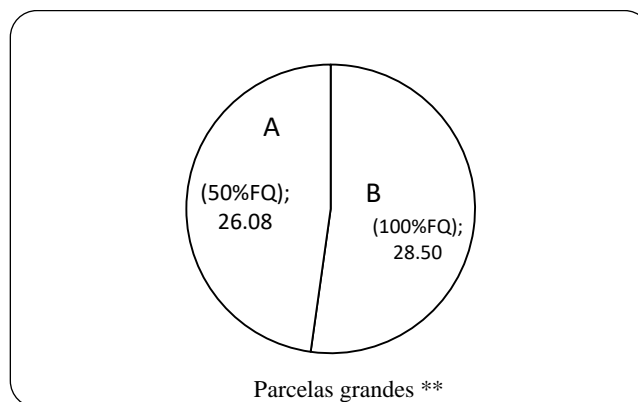


Fig. 5 Lectura racimos de tomate por planta, parcela grande, CENTA- MAG, El Salvador, 2017.

Al realizar el análisis de varianza se demuestra que no hay diferencia estadística significativa entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes), para la variable racimos de tomate por planta, lo que indica que son estadísticamente iguales y que el bioestimulante Fitomás-E, refleja un mejor efecto con valor de 27.63 racimos por planta, respecto al tratado con Biobrás-16, con valor de 27.25 racimos respectivamente (Fig. 6).

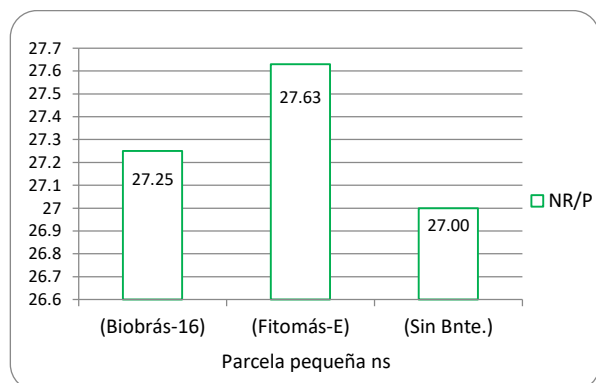


Fig. 6 Lectura racimos por planta de tomate, parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

Al analizar la interacción de los factores en estudio niveles de fertilizantes y Bioestimulantes, se puede observar que según el análisis de varianza no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para la variable racimos por planta(R/P), lo que indica que se comportan iguales estadísticamente. Pero se observa que el promedio general supera algunos tratamientos como es el caso de T4, T5 y T6 con valores de 26.0, 26.5 y 25.75 racimos por planta (Cuadro 8).

Cuadro 8. Lectura racimos por planta para interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamiento	Racimos de tomate
	Por planta
T1:100% F.Q+Biobrás-16	28.50
T2:100% F.Q+Fitomás-E	28.75
T3:100% F.Q+S.B	28.25
T4:50% F.Q+Biobrás-16	26.00
T5:50% F.Q+Fitomas-E	26.50
T6:50% F.Q+S.B.	25.75
Promedio	27.30
C.V.	4.21
Significancia	ns

FRUTOS POR RACIMO, PESO PROMEDIO DE FRUTO

El análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico), para la variable frutos por racimo y peso promedio de fruto, lo que indica que son estadísticamente iguales y que la planta responde fisiológicamente de igual manera a los diferentes niveles de fertilizante (Fig.7).

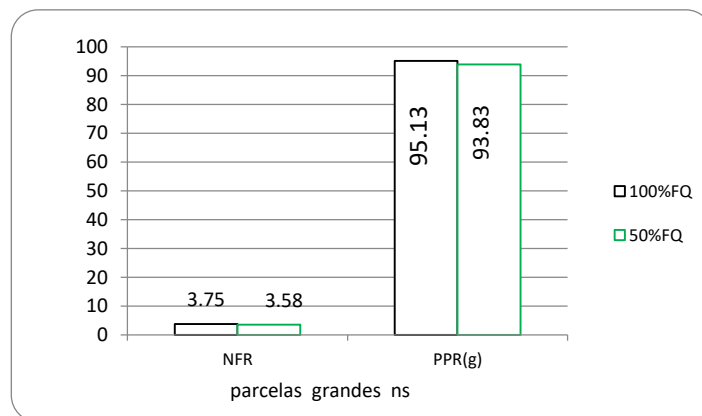


Fig. 7 Lectura frutos por racimos y peso promedio de frutos de tomate, parcela grande, CENTA-MAG, El Salvador, 2017,

FRUTOS POR RACIMO, PESO PROMEDIO DE FRUTO

El análisis de varianza demuestra que no hay diferencia estadística significativa entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes) para la variable número de frutos por racimo y peso promedio de frutos, lo que indica que son estadísticamente iguales y que el bioestimulante Fitomás-E, refleja un mejor efecto con valor de 3.88 frutos por racimo y un peso promedio por fruto de 96.81 gramos (Fig. 8).

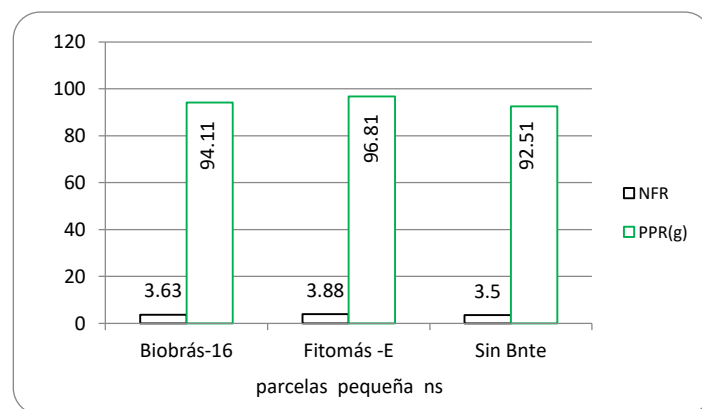


Fig. 8 Lectura frutos por racimos y peso promedio de frutos de tomate, parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017

Al analizar la interacción de los factores en estudio niveles de fertilizantes y Bioestimulantes, se puede observar que según el análisis de varianza no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para la variable frutos por racimo (F/R), peso promedio de frutos (PPF) y número de frutos por planta (NF/P), lo que indica que se comportan iguales estadísticamente. Pero se observa que hay tratamientos con buen peso

promedio de frutos como es el caso de T1 y T4 con valores de 97.9 y 97.3 gramos promedio por fruto (Cuadro 9).

Cuadro 9. Lectura frutos por racimo, peso promedio de fruto y numero de frutos por planta para la interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamiento	NFR	PPF	NFP
T1:100% F.Q+Biobrás-16	4	97.9	96
T2:100% F.Q+Fitomás-E	4	97.1	86
T3:100% F.Q+S.B	4	90.3	70
T4:50% F.Q+Biobrás-16	4	97.3	87
T5:50% F.Q+Fitomas-E	4	96.5	80
T6:50% F.Q+S.B.	3	94.7	65
Promedio	3.8	95.6	80.5
C.V.	13.2	4.4	
Significancia	ns	ns	

SIMBOLOGÍA:

NRP: Número de racimos por planta

NFR: Número de frutos por racimo

PPF: Peso promedio de fruto

NFP: Número de frutos por planta.

NÚMERO DE FRUTOS DE PRIMERA Y RENDIMIENTO (t.ha⁻¹)

El análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico), para las variables número frutos y rendimiento de primera calidad en t.ha⁻¹, lo que indica que son estadísticamente iguales; pero se observa que el nivel 100% F.Q. supera en 5,900 frutos y 2 t.ha⁻¹ al nivel de 50% F.Q. respectivamente. (Fig.9)

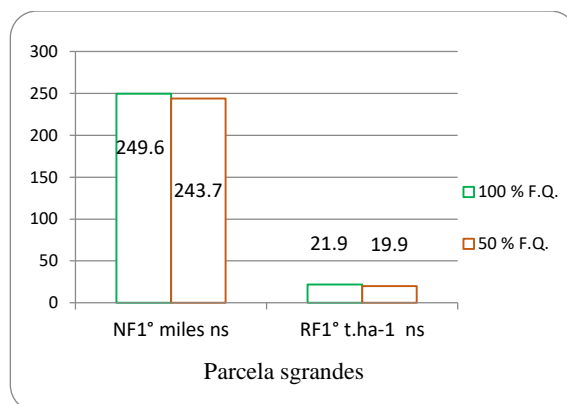


Fig. 9 Resultados número y rendimiento frutos de primera en $t.ha^{-1}$, parcela grande, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

De acuerdo al análisis de varianza existe diferencia estadística significativa al 5% de probabilidad entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes), para la variable número frutos y rendimiento de primera calidad en $t.ha^{-1}$ y la prueba de Duncan definió que el mejor tratamiento fue el que utilizó el bioestimulante Biobrás-16, con 275, 800 frutos y $23.7 t.ha^{-1}$, superando a los demás tratamientos que se comportaron estadísticamente iguales (Fig.10).

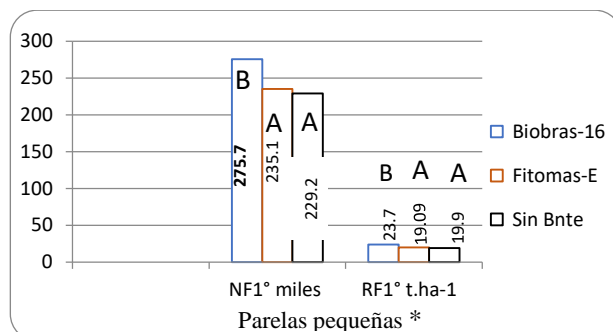


Fig. 10 Resultados número y rendimiento frutos de primera en $t.ha^{-1}$, parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

Analizando la interacción de factores en estudio niveles de fertilizantes y Bioestimulantes, se puede observar que según el análisis de varianza no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para la variable número de frutos y rendimiento de primera categoría en $t.ha^{-1}$, lo que indica que se comportan iguales estadísticamente. Pero se observa que la media general para frutos de primera es superior que algunos tratamientos.

Para el caso del rendimiento T1 y T4 con valores de 25.6 y $21.9 t.ha^{-1}$ mostraron los mejores rendimientos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de frutos y rendimiento de primer categoría en t.ha⁻¹ para la interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamiento	Numero de frutos	Rendimiento frutos de primera t.ha ⁻¹
	Primera/ha ⁻¹	
T1:100% F.Q+Biobrás-16	287,916	25.6
T2:100% F.Q+Fitomás-E	239,062	21.1
T3:100% F.Q+S.B	221,875	19.1
T4:50% F.Q+Biobrás-16	263,541	21.9
T5:50% F.Q+Fitomas-E	231250	18.7
T6:50% F.Q+S.B.	236,562	19.0
Promedio	246701	20.9
C.V.	12.51	14.7
Significancia	ns	ns

NÚMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA Y RENDIMIENTO (t.ha⁻¹)

El análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico), para las variables número frutos y rendimiento de segunda calidad en t.ha⁻¹, lo que indica que son estadísticamente iguales; pero se observa que el nivel 50% F.Q. supera en 4,200 frutos y 0.2 t.ha⁻¹ al nivel de 100% F.Q. respectivamente. (Fig.11).

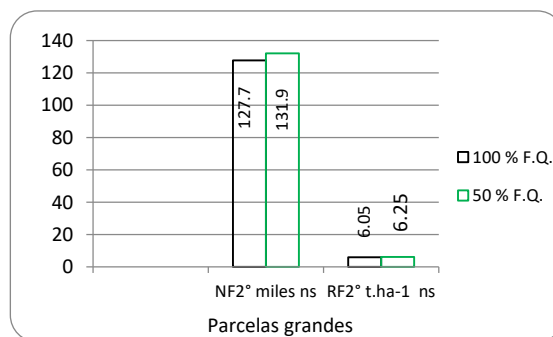


Fig. 11 Número frutos de segunda y rendimiento en t.ha⁻¹, parcela grande, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

El análisis de varianza demuestra que no hay diferencia estadística significativa entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes) para la variable número de frutos de segunda y rendimiento en t.ha⁻¹, lo que indica que son estadísticamente iguales y que los tratamientos con bioestimulantes no han ejercido ningún efecto sobre los frutos de esta categoría, por lo que han sido superados por el tratamiento testigo (Fig. 12).

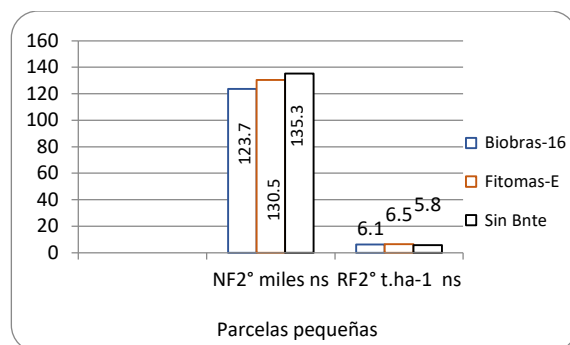


Fig. 12 Número frutos de segunda y rendimiento en t.ha⁻¹, parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

Al analizar la interacción de los factores en estudio niveles de fertilizantes y Bioestimulantes, se puede observar que según el análisis de varianza no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para la variable número de frutos y rendimiento de segunda categoría en t.ha⁻¹, lo que indica que se comportan iguales estadísticamente. Pero se observa que la media general para frutos de segunda supera para algunos tratamientos. Para el caso del rendimiento T5 y T1 con valores de 7.1 y 6.3 t.ha⁻¹ superaron la media general de los tratamientos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de frutos y rendimiento segunda en t.ha⁻¹ para la interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamiento	Número de frutos	Rendimiento frutos de segunda t.ha ⁻¹
	Segunda/ha ⁻¹	
T1:100% F.Q+Biobrás-16	128,958	6.3
T2:100% F.Q+Fitomás-E	130,416	5.9
T3:100% F.Q+S.B	123,854	5.7
T4:50% F.Q+Biobrás-16	118,437	5.9
T5:50% F.Q+Fitomas-E	130,520	7.1
T6:50% F.Q+S.B.	146,770	5.7
Promedio	129,825	6.1
C.V.	30.47	29.2
Significancia	ns	ns

NÚMERO DE FRUTOS Y RENDIMIENTO TOTAL (t.ha⁻¹)

El análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre las parcelas grandes (100% y 50% fertilizante químico), para las variables número frutos y rendimiento total t.ha⁻¹, lo que indica que son estadísticamente iguales; pero se observa que el nivel 100% F.Q. supera en 2.04 t.ha⁻¹ al otro nivel de fertilizante químico (Fig.13).

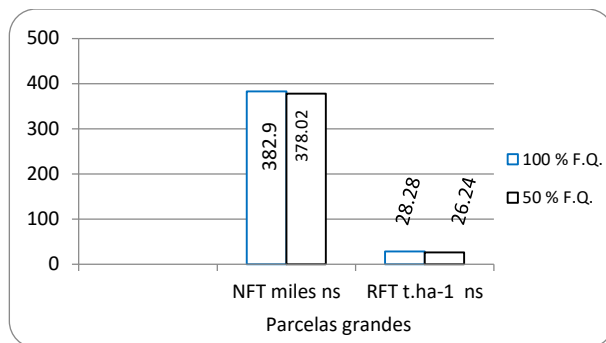


Fig. 13 Número de frutos y rendimiento total en $t.ha^{-1}$, parcela grande, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

El análisis de varianza no indica diferencia estadística significativa entre las parcelas pequeñas (Biobrás-16, Fitomás-E y Sin Bioestimulantes) para la variable número de frutos y rendimiento total en $t.ha^{-1}$, lo que indica que son estadísticamente iguales; pero en notable que el tratamiento a base del bioestimulante Biobrás-16; mostró los mejores resultados con valores de 403,500 frutos y $30.05 t.ha^{-1}$, superando a los demás tratamientos en estudio (Fig.14).

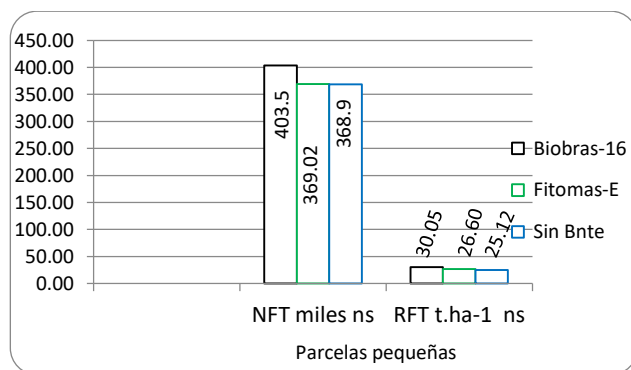


Fig. 14 Número de frutos y rendimiento total en $t.ha^{-1}$, parcela pequeña, CENTA-MAG, El Salvador, 2017.

Para la variable frutos total, el análisis de varianza no mostró diferencia estadística significativa con un coeficiente de variación de 12.43%, pero hay tratamientos que reflejan mayor cantidad de fruto superando la media general ($380487 \text{ frutos}/ha^{-1}$), como el caso de T2, T3 y T5 respectivamente.

El análisis de varianza realizado para estos resultados no refleja diferencia estadística significativa con un coeficiente de variación de 13.12% entre las medias de la variable RFT en los diversos tratamientos, obteniéndose una media general por tratamiento de $27.3 t.ha^{-1}$, pero se puede observar que existieron tratamientos que superaron a la media general, como en el caso de los tratamientos T1, T2 y T4, con valores de 32.01 , 27.3 y $28.1 t.ha^{-1}$ de rendimiento total (Cuadro 12).

Estos datos se confirman con lo mencionado por (Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernández, J L. 2010), que los biofertilizantes aumentan el vigor de las plantas,

el peso de frutos, un mayor desarrollo del sistema radicular y un incremento hasta de un 30 % en la producción en cultivos comerciales respecto al testigo.

Cuadro 12. Número de frutos y rendimiento total en t.ha⁻¹ para la interacción de factores en planta de tomate, CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamiento	Número de frutos	Rendimiento frutos
	Total/ha ⁻¹	Total t.ha ⁻¹
T1:100% F.Q+Biobrás-16	419,687	32.01
T2:100% F.Q+Fitomás-E	376,261	27.30
T3:100% F.Q+S.B	352,916	25.50
T4:50% F.Q+Biobrás-16	387,395	28.10
T5:50% F.Q+Fitomas-E	361,770	25.90
T6:50% F.Q+S.B.	384,895	24.80
Promedio	380,487	27.3
C.V.	12.43	13.12
Significancia	ns	ns

PARÁMETROS DE CALIDAD EXTERNA Y GRADOS BRIX EN FRUTOS DE TOMATE.

El color, el sabor y la textura son tres aspectos principales para la aceptación de un alimento, siendo el color la propiedad óptica más importante, sin embargo si un producto no tiene una buena apariencia colorimétrica el consumidor no podrá llegar a juzgar los otros dos aspectos. El tomate para consumo fresco es valorado por su uniformidad, madurez y ausencia de defectos, mientras que la calidad para pasta de tomate está dada por su color, viscosidad y rendimiento por eso se utiliza el termino calidad para cada uso específico, como calidad nutritiva, calidad industrial, calidad de exportación, etc.

Cuadro 13. Resultados pH grados brix y vida de anaquel en jugo frutos de tomate en diferentes tratamientos, CENTA-MAG. El Salvador, 2017.

Tratamientos	pH	G.B	V.A.
T1:100%FQ+Biobras-16	4.0	3.90	10
T2:100%FQ+Fitomas-E	3.9	3.50	9
T3:100%FQ+S.B.	4.0	3.50	9
T4:100%FQ+Biobras-16	4.0	3.80	11
T5:50%FQ+Fitomas-E	4.0	3.00	10
T6:50%FQ+S.B.	3.8	3.60	9

SIMBOLOGÍA:

G.B.: Grados Brix(Solidos solubles, 60% madurez)

pH: Acides titulable del jugo de tomate

V.A.: Vida de anaquel.

Según el cuadro 13 se puede observar que el pH de los frutos de los diferentes tratamientos se encuentra dentro del rango de calidad para consumo fresco (4.0- 5.0), según (Díaz

Arévalo, L.A. 2003); para la concentración de sólidos solubles totales (Grados Brix), los frutos de los diferentes tratamientos están en rango de calidad (3.0-5.0), para tomate de cocina para consumo fresco.

Según el análisis económico (Cuadro 14) en base al presupuesto parcial y análisis marginal, el T4 que corresponde a 50% fertilizante químico más el bioestimulante Biobras-16, resultado superior con una TRM de \$ 3.91 superando a los otros tratamientos en estudio (CIMMYT, 1988).

Cuadro 14. Análisis de rentabilidad en base presupuesto parcial y analisis marginal cultivo de tomate CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Tratamientos	Costo Varía(C.v.\$·ha ⁻¹)	Costo Marginal \$·ha ⁻¹	Beneficio Neto\$. Ha ⁻¹	Beneficio Neto Marginal \$.ha ⁻¹	TR M
T1:100 %FQ+Biobras-16	584.00		28,346		
		291		1139.00	3.91
T4: 50 % FQ +Fitomás-E	293.00		27,207		

Según el análisis económico en base al presupuesto parcial y análisis marginal, el T4 que corresponde a 50% fertilizante químico más el bioestimulante Biobras-16, resultado superior con una TRM de \$ 3.91 superando a los otros tratamientos en estudio (CIMMYT, 1988).

CONCLUSIONES

La variedad de tomate CENTA Cuscatlán-CC respondió positivamente a la combinación de fertilizantes químicos y bioestimulantes orgánicos, alcanzando valores promedios de rendimiento de 28.3 t·ha⁻¹ superando la media general.

Bajo las condiciones de suelo en que se realizó la investigación, se confirmó que los tratamiento que combina la aplicación de 80 kg·ha⁻¹ N mineral con los bioestimulantes biobras-16 y Fitomás-E, presentaron frutos de tomate con buen peso promedio, grados brix (sólidos solubles) y vida de anaquel.

El análisis económico reflejo que el tratamiento con mejor rentabilidad fue el que combina el uso de 50% fertilizante químico más el bioestimulante Biobras-16(T4) con una TRM de 3.91.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos durante el año 2017, Se sugiere pasar a la fase de validación el tratamiento que combina el 50% FQ más el bioestimulante Biobras -16 en el cultivo de tomate, en suelos con características similares al lugar donde se llevó a cabo la investigación.

LITERATURA CONSULTADA

CENTA. (Centro Nacional de Tecnología Agropecuario y Forestal) “Enrique Álvarez Córdova”. 2002. Guía técnica del cultivo de tomate, CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador. 8-9 p

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un anual metodológico de evaluación económico. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. 10-20 p

Díaz Arévalo, LA. 2003. Comparación de cuatro híbridos de tomate de mesa en invernadero. San Andrés, Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador. pp

Greatz, H. A. 1995. Manual para la educación agropecuaria, Suelos y Fertilidad, Segunda Edición, México, 23-26 p

LA BIOFAM, Grupo Empresarial, 2015. Evaluación de bioproductos agrícolas de SA. Cuba. 2-4 p.

MAG. (Ministerio de Agricultura y Ganadería); DGEA. (Dirección General de Economía Agropecuaria). 2015. Anuario Estadístico Agropecuario. 2015-2016) pp.

Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernández, J L. 2010. Agricultura Orgánica, Temas de Actualidad, Universidad de Sonora, Campus Santa Ana, Sonora México.219-237 p.

Vieira, J.M. 1999. Manejo Integrado de la fertilidad de los suelos en zonas de laderas. Proyecto CENTA-FAO.3-17 P



VALIDACIÓN DEL EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN MINERAL Y BIOFERTILIZANTES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*).

Luís Alfonso Díaz Arevalo¹⁰

RESUMEN

Es oportuno señalar que la degradación de los recursos naturales en El Salvador, amenazan nuestra sobrevivencia y la competitividad, aumentando los costos de producción, reduciendo los rendimientos. Esta situación plantea la necesidad de implementar sistemas sostenibles del uso de la tierra y que garantice la seguridad alimentaria de la población salvadoreña. El objetivo fue, validar el uso de productos biológicos que incremente el rendimiento y reduzca el uso de fertilizantes químicos en el cultivo de tomate, a partir de la combinación de la fertilización química y biofertilizantes, además, determinar el tratamiento que resulte económicamente más rentable para el productor. La validación se realizó en el periodo de agosto a diciembre 2017, en dos localidades: Una en Municipio Atiquizaya, departamento Ahuachapán, a 636 msnm, N13⁰59'48.2" y longitud W 089⁰43'21.7", T^aC promedia 27°C, H.R. 85% y 1375 mm de lluvia; una en Municipio San Ramón, Cojutepeque, departamento Cuscatlán, a 546 msnm, latitud 13⁰40'19.4"N y longitud 88⁰55'36"O, temperatura promedia 27°C y humedad relativa de 65%. Los tratamientos fueron: Tratamiento uno (Tecnología alternativa): 50 % FQ + (*Glomus intrarradices* + *Azospirillum brasilense*); Tratamiento dos (testigo): Tecnología del productor. La siembra se realizó en bandejas de 200 cavidades y trasplantados 22 días después al lugar definitivo. La fertilización se realizó en base a 160 kg.ha⁻¹ N; 80 kg.ha⁻¹ P₂O₅ y 160 kg.ha⁻¹ K₂O, el diseño experimental parcelas apareadas. El tratamiento alternativo 50% FQ + (*Glomus intrarradices* + *Azospirillum brasilense*) presentó los mejores promedios de rendimiento con 32.9 t.ha⁻¹ superando al tratamiento testigo en un promedio de 2.1 t.ha⁻¹; además muestra mejor rentabilidad con una relación beneficio costo de 7.6 dólares y según la evaluación participativa el 60% de los participantes opinan que con esta tecnología se reduce más del 50% los costos de producción y se incentiva la siembra de áreas más grandes.

PALABRAS CLAVES: fertilizante químico, Biofertilizante, *Glomus intrarradices*, *Azospirillum brasilense*

¹⁰ Ingeniero Agrónomo, técnico investigador, Programa Hortalizas. CENTA-MAG, El Salvador, Centro América. E-mail: Luis.diaz@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

El tomate es una hortaliza de mayor consumo a nivel nacional, por su versatilidad de consumo es una de las más importantes, a nivel de Norte y Centro América, el consumo per cápita es alrededor de 26.9 kg (CENTA, 2002). Es oportuno señalar que la degradación de los recursos naturales en El Salvador y los efectos en la contaminación ambiental, amenazan nuestra sobrevivencia y la competitividad de la agricultura en varios sentidos aumentando los costos de producción, reduciendo los rendimientos, y por la presencia de residuos tóxicos en los productos reduce la competitividad en los diferentes mercados (Luna, B O. 1,995). Tomando en cuenta la necesidad de producir alimentos saludables para una población muy numerosa y en crecimiento los principales desafíos es mantener, recuperar y aumentar el potencial productivo de las tierras, con normas que aseguren la calidad de lo producto (CHEMONICS, 2011). En ensayos realizados en Argentina se demostró la alta eficiencia de los biofertilizantes. Los resultados demostraron que cuando se usan biofertilizantes los rendimientos incrementan 62% respecto al testigo que lo hace 30% (Grageda A O.; Díaz Arévalo, L A.; Peña, J.; Vera, A. 2012). En el factor económico para rubro tomate, se tiene una demanda aparente de 109,554,703 kg, y se producen en el país 19,396,600 kg en un área de 988 mz aproximadamente, se importan de Guatemala y Honduras un volumen de 90,158,103 kg, por valor de \$12,165,670 para el año 2015. Implica que El Salvador tiene una balanza comercial negativa (MAG-DGEA, 2015-2016). La utilización excesiva de fertilizantes resulta mayor costo de producción y contaminación de suelos y aguas, lo que conduce a un proceso de deterioro de los recursos y a una creciente dificultad para recuperarlos. Por lo tanto, las características más importantes de las bacterias es solubilizar nutrientes, fijar nitrógeno atmosférico, producción de hormonas de crecimiento, es colonizador agresivo de raíces con capacidad de desarrollarse a la par de las raíces de la planta. Los biofertilizantes son hongos que tienen la capacidad de solubilizar el fosfato. Las micorrizas penetran en las raíces, pero también se extienden por el suelo y de esta manera forman una especie de raíz extendida que junto con las raíces de las plantas ayudan a la captación de agua y nutrientes en el suelo (Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernandez, J L. 2010). Los biofertilizantes microbianos han tenido amplia aceptación por los productores agropecuarios en México, se han utilizado en diferentes cultivos anuales, perennes y hortalizas en casi todo el territorio nacional, debido a las diversas e importantes funciones en la agricultura, como en la nutrición de las plantas especialmente en Nitrógeno y Fósforo, favorece en el transporte de nutrientes y agua, fijación del Nitrógeno y solubilizarían el Fósforo, producción de sustancias reguladoras de crecimiento de las raíces, control de patógenos, producción de antibióticos, entre otros (Aguirre Medina. J F. 2,006). El objetivo de este trabajo fue, validar el uso de productos biológicos que incremente el rendimiento y reduzca el uso de fertilizantes químicos en el cultivo de tomate, a partir de la combinación de la fertilización química y biofertilizantes, además, determinar el tratamiento que resulte económicamente más rentable para el productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de validación se realizó en el periodo comprendido entre agosto y diciembre 2017, en dos localidades: Una en cantón San Juan El Espino, Municipio Atiquizaya, departamento Ahuachapán, El Salvador a 636 msnm, N13°59'48.2" y longitud

W 089° 43' 21.7", T °C promedia 27°C, H.R 85% y 1375 mm de lluvia; otro en cantón San Agustín, Municipio San Ramón, Cojutepeque, departamento Cuscatlán, El Salvador; a 546 msnm, latitud 13° 40' 19.4"N y longitud 88° 55' 36"O, temperatura promedia 27°C y humedad relativa de 65%.

El trabajo de campo se desarrolló en un suelo franco-arenoso, un pH 5.9, alto contenido de fósforo y potasio. En el cuadro 1 se presentan las principales propiedades químicas de suelo donde se estableció el estudio.

Cuadro 1. Características químicas del suelo donde se estableció ensayo experimental Municipio San Ramón, Cojutepeque, Cuscatlán, El Salvador. 2017.

Textura al tacto	pH suelo	Fósforo Mg.kg ⁻¹	Potasio Mg.kg ⁻¹	K Intercambiable (Cmol.kg ⁻¹)	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K	CICE
Franco Arenoso	5.9	231	381.4	0.98	0.88	3.52	2.63	4.76
		MA	MA		B	B	B	B
		CN:30	NC:200					

Fuente: Laboratorio de Suelos CENTA

SIMBOLOGÍA:

mg.kg⁻¹=ppm

Cmol.kg⁻¹= meq /100 gr de suelo

Para la aplicación de los diferentes productos biológicos, se debe respetar la dosis de biofertilizantes por hectárea y concentración de ingrediente activo de cada tratamiento, como se recomienda en el cuadro 2.

Cuadro 2. Fuentes comerciales de diferentes biofertilizantes utilizados en validación del cultivo de tomate. CENTA-MAG, El Salvador. 2017

Biofertilizantes	Dosis Kg.ha ⁻¹	Concentración I.A.
<i>Azospirillum brasilense</i>	0.38 Kg (380 gr)	500 millones.kg ⁻¹
<i>Glomus intrarradices</i>	1 kg	35,000 esporas.kg ⁻¹

SIMBOLOGÍA: *Azospirillum brasilense*: Bacteria; *Glomus intrarradice*: Hongo micorrizico arbuscular del género glomus; I.A. = Ingrediente Activo (<http://www.biofabrica.com.mx>); El tratamiento propuesto al productor con biofertilizantes (*Glomus intrarradices*+ *Azospirillum brasilense*), fue combinado con 50 % de fertilizante químico.

Las fuentes de fertilizantes recomendadas según cuadro 3, es porque el suelo donde se realizó la validación resultó ser alto en fósforo y muy alto en potasio.

Cuadro 3. Fuente comercial de Fertilizante químico utilizado en ensayo de Investigación cultivo de tomate CENTA-MAG. El Salvador. 2017.

Momento de aplicación	Dosis (Kg.ha ⁻¹)	Clase de fertilizante
Trasplante	169	Sulfato de Amonio 21%N+24% S
4 semanas después del trasplante	130	Nitrato de Amonio 34 % N
8 semanas después del trasplante	162	Nitrato de Amonio 34 % N
12 semanas después del trasplante	91	Urea 46 % N

Fuente: Recomendación laboratorio de Suelos CENTA.

Para el establecimiento de esta parcela de validación se utilizó como cultivo indicador la variedad de tomate de polinización libre CENTA Cuscatlán-CC, planta de hábito de crecimiento semideterminado, la siembra de la semilla se realizó en bandejas de polipropileno de 200 cavidades y protegida en invernadero, 22 días después de la siembra se realizó el trasplante a campo abierto, sin uso de microtúnel. El manejo agronómico del cultivo fue: preparación camas de siembra, colocando a 1.5 metros entre surco y 0.5 metros entre planta (13,333 p.ha⁻¹), tutorado, con poda fitosanitaria, y el plan de fertilidad fue la combinación de biofertilizantes (*Glomus intrarradices* + *Azospirillum brasilense* más el 50% de fertilizante químico). La inoculación del biofertilizante se realizó al momento del trasplante y al inicio de la floración, en dosis de 83g de hongo y 32g de bacteria. El manejo fitosanitario se realizó con la aplicación de imidacloprid para el complejo de insectos chupadores al momento del trasplante, posteriormente se realizaron aplicaciones de acuerdo a las necesidades del cultivo (para la tecnología propuesta), comparada con la tecnología del productor. El área total de la validación fue de 800 metros cuadrados, 1066 plantas en total, se tomó datos de rendimiento de toda el área. Se realizaron dos giras de campo con productores de la zona para medir el grado de aceptación de la tecnología propuesta. En el cuadro 4, se muestran los tratamientos en estudio.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en validación en el cultivo tomate CENTA-MAG. El Salvador, C.A. 2017.

Tratamiento	Descripción
T1	50 % FQ + (<i>Glomus intrarradices</i> + <i>Azospirillum brasilense</i>)
T2	Tecnología del productor

SIMBOLOGÍA: FQ: Fertilización Químico; *Azospirillum brasilense*: Bacteria; *Glomus intrarradices*: Hongo micorrízico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferentes definiciones de lo que es validación, una de ellas es la siguiente: Es una actividad en donde se somete a consideración del productor o productora una tecnología considerada promisorio, en las condiciones agroecológicas y sociales del mismo. Es una actividad evaluadora de la tecnología, antes de que pase a la fase de la transferencia. Es un traslape entre la investigación y la transferencia.

De acuerdo con los resultados obtenidos de todas las muestras tomadas en la validación, se identificó diferencia estadística en algunas variables entre los tratamientos, las lecturas se tomaron de acuerdo al número de plantas seleccionadas por punto de muestreo (533 plantas por parcela). Para el análisis de cada variable se utilizó la prueba de “t” como método más confiable de las medias de dispersión de todos los datos con respecto a la media muestral, según Mejía, M A. 2008.

NÚMERO DE FRUTOS TOTALES:

Al realizar la prueba de “t” no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos para la variable de Número de Frutos Totales, según los promedios el tratamiento alternativo con el uso de 50% FQ+(*Azospirillum brasilense* + *Glomus intrarradices*), fue superior con 437,075 frutos por ha⁻¹ superando al tratamiento testigo con 48,450 frutos para Cuscatlán; para la localidad de Ahuachapán el tratamiento del productor fue superior con 409,280 frutos, superándolo con 48,243 frutos por ha⁻¹, al tratamiento alternativo, pero hay que hacer notar que a un mayor costo, lo que se ve reflejado en el análisis económico (Cuadro 5).

RENDIMIENTO DE FRUTO TOTAL:

Al realizar la prueba de “t” no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos para la variable Peso de Fruto Total, según los promedios el tratamiento alternativo con el uso de 50% FQ+(*Azospirillum brasilense* + *Glomus intrarradices*), fue superior con 32.9 t.ha⁻¹, superando al tratamiento testigo con 2.11 t.ha⁻¹ para el departamento de Cuscatlán; para la localidad de Ahuachapán el tratamiento del productor fue superior con 34.8 t.ha⁻¹, superándolo con 3.7 ha⁻¹ a la tecnología recomendada (Cuadro 5), pero hay que hacer notar que a un mayor costo, lo que se ve reflejado en el análisis económico (Cuadro 7).

Cuadro 5. Resultados de la validación de la combinación de biofertilizantes y fertilización química en el cultivo de tomate. MAG-CENTA. El Salvador. 2017.

Promedios	Tratamientos/ San Ramón Cuscatlán				Tratamientos/ Atiquizaya Ahuachapán			
	T1: 50 % FQ + (<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Glomus intrarradices</i>)	pt	T2: Tecnología del productor (testigo)		T1: 50 % FQ +(<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Glomus intrarradices</i>)	pt	T2: Tecnología del productor (testigo)	
NF1.ha ⁻¹	356875		318300		293500		369320	
NF2.ha ⁻¹	57700		51725		50350		30520	
NF3.ha ⁻¹	22500		18600		17187		9440	
NFT.ha ⁻¹	437075	ns	388625		361037	ns	409280	
RF1t.ha ⁻¹	28.43		26.59		28.0		33.1	
RF2t.ha ⁻¹	4.24		3.86		2.6		1.5	
RF3t.ha ⁻¹	0.27		0.33		0.5		0.3	
RFTt.ha ⁻¹	32.90	ns	30.79		31.1	ns	34.8	

NF1.ha⁻¹: Número de frutos de primera categoría por hectárea; RF1.ha⁻¹: Rendimiento de frutos de primera categoría por hectárea

ACTIVIDADES GRUPALES.

Se realizó una evaluación participativa de las tecnologías mostradas con todos los actores de la validación y productores vecinos (40 productores), con el propósito de medir la tasa de aceptación (Cuadro 6); con esta evaluación se confirmó que el 20% de los productores encuestados y entrevistados manifiestan que con esa tecnología se tienen plantas más vigorosas, tolerante a enfermedades, frutos de mejor calidad y 20% de productores motivados a incrementar las áreas de siembra. Por otro lado, el 60% de los participantes consideran que lo más interesante es que con esta tecnología, se reducen los costos de producción más del 50%.

Cuadro 6. Actividades grupales para medir el grado de aceptación de la tecnología propuesta para el cultivo de tomate. MAG-CENTA. El Salvador. 2017.

EVALUACIÓN PARTICIPATIVA		
Ventaja	Frecuencia relativa (FR %)	Giras de campo
Plantas vigorosas son tolerantes a enfermedades, calidad de frutos y más rendimiento	20	2 giras con 20 productores de la zona
Se reduce más del 50% los costos de producción	60	
Con la tecnología se incrementarán las áreas de siembra	20	
Total	100	

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para darle mayor soporte técnico a los resultados obtenidos en la validación, se consideró necesario realizar un análisis económico en base a la relación beneficio costo, para determinar que tratamiento ofrece una mejor rentabilidad (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de rentabilidad en base Relación Beneficio Costo en cultivo de tomate. 2017.

Tratamiento	Ingreso \$/ha ⁻¹	Bruto Costos Totales \$/ha ⁻¹	R B/C
T1: 50 % FQ + (<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Glomus intrarradices</i>)	24599.0	3257.6	7.6
T2: Tecnología del productor(testigo)	23031.6	3932.4	5.1

Puede notarse según los datos de la Relación Beneficio Costo que el tratamiento utilizando 50 % FQ + (*Azospirillum brasilense* + *Glomus intrarradices*), ofrece una mejor rentabilidad, si observamos que por cada dólar invertido, estamos generando un margen de 7.6 dólares, utilizando para este análisis los costos totales.

CONCLUSIONES

La variedad de tomate CENTA Cuscatlán - CC respondió positivamente al tratamiento que combina el 50% FQ y biofertilizantes, alcanzando valores promedios de 32.9 t.ha⁻¹ para San Ramón, Cuscatlán y 31.1 t.ha⁻¹ para Atiquizaya, Ahuachapán respectivamente.

Según la evaluación participativa con productores de la zona, se puede concluir que el grado de aceptación de la tecnología mostrada es del 100%.

El análisis económico refleja que la mejor relación beneficio costo se obtiene con la combinación de fertilizante químico y biofertilizantes.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados en la validación, se sugiere establecer parcelas demostrativas para construir el dominio de recomendación con el uso de esta tecnología.

LITERATURA CONSULTADA

Aguirre Medina, J F. 2016. Biofertilizantes microbianos y su aplicación en la agricultura. Primera edición. Tuxtla Chico. Chiapas. México. INIFAP, CIRPAS, Campo experimental. Rosario Izapa. 21 p.

CENTA. (Centro Nacional de Tecnología Agropecuario y Forestal) “Enrique Alvares Córdova”. 2002. Guía técnica del cultivo de tomate, CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador. 8-9 p

CHEMONICS, 2011. Manual de buenas practicas agrícolas. El Salvador. 8-15 p

Grageda A O.; Díaz Arévalo, L A.; Peña, J.; Vera, A. 2012. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Rev. Mex. Cienc. Agric. Vol. 3n6. Texcoco. México. Nov / Dic. 2012. <http://www.scielo.org.mx>

Luna, B O. 1995. Sistema de producción con enfoque en manejo de suelo, agua, agroforestaría, sistema silvopastoril, y ordenamiento de fincas. Guía técnica para la conservación de suelos. Programa de RRNN. San Andrés, La Libertad El Salvador. 23p.

MAG. (Ministerio de Agricultura y Ganadería); DGEA. (Dirección General de Economía Agropecuaria). 2015. Anuario Estadístico Agropecuario.

2015-2016) pp.

Mejía, M A. 2008. Validación tecnológica Agropecuaria y Forestal (VALTAF). Unidad de Biometría y Socioeconomía, CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador, 13-15 p.

Murillo Amador, B.; Ruedas Puentes, E O.; García Hernandez, J L. 2010. Agricultura Orgánica. Temas de actualidad. Universidad de Sonora. Mexico. 219-237 p.



SELECCIÓN DE LINEAS SEGREGANTES DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*, MILL) A PARTIR DE MATERIALES GENÉTICOS DE POLINIZACIÓN LIBRE

Marco Aurelio Larín¹¹

RESUMEN

El estudio se realizó en el mes de abril a noviembre de 2017, en la cooperativa San Ramón, del Municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán y en el cantón San Juan El Espino, municipio de Atiquizaya, Departamento de Ahuachapán. Con el objetivo de encontrar genotipos con tolerancia a virus y alto rendimiento. Se utilizó el método de mejoramiento genético a través de selección individual a partir de la generación F3. El diseño estadístico que se utilizó fue descriptivo no paramétrico, a un distanciamiento de 1.20 m x 0.50 m, con un total de 20 líneas, 60 plantas por línea, en un área de 900 m². Fueron evaluadas las variables a) días a flor; b) días a inicio de cosecha; c) número de frutos por planta; d) peso en gramos de frutos por planta; e) número de frutos por racimo; f) número de racimos por planta; g) altura de planta en cm a los 120 días después de la siembra; h) porcentaje de incidencia y severidad de virosis a los 90 días después de siembra. Utilizando la escala del Dr. Nakagaky de la Universidad de Totori en Japón, de 0 a 4 en grado de daño y para los cálculos se utilizó la fórmula: $1x_n1+2x_n2+3x_n3+4x_n4/4n \times 100$; j) total de frutos por ha⁻¹; k) rendimiento en t.ha⁻¹. De acuerdo a los resultados obtenidos fueron seleccionados para Atiquizaya las líneas: ToJL5VS17L48, ToJL5VS17L26, ToJL5VS17L1, ToJL5VS17L5, ToJL5VS17L8, ToJL5VS17L12, ToJL5VS17L40, ToJL5VS17L78, ToJL5VS17L11, y ToJL5VS17L25 con un rendimiento de 57 t.ha⁻¹, 38.25 % de incidencia y 13.48 % de severidad. Para la localidad de San Ramón: ToJL5VS17L48, ToJL5VS17L26, ToJL5VS17L80, ToJL5VS17L1, ToJL5VS17L5, ToJL5VS17L12, ToJL5VS17L40, ToJL5VS17L78, y ToJL5VS17L11 con un rendimiento de 59.22 t.ha⁻¹, 37 % incidencia y 14.12 % de severidad. Las líneas ToJL5VS17L48, ToJL5VS17L26, ToJL5VS17L1, ToJL5VS17L5, ToJL5VS17L12, ToJL5VS17L40, ToJL5VS17L78, y ToJL5VS17L11 tuvieron iguales características en ambas localidades en cuanto a rendimiento y tolerancia a virus por lo que pasaran a formar parte de la generación F4 y posteriormente a ensayos preliminares de rendimiento

PALABRAS CLAVES: Incidencia, severidad, líneas, virosis

¹¹ Técnico Investigador del Programa de Hortalizas. Centro Nacional de Tecnología agropecuaria y Forestal "Enrique Alvares Córdova" (CENTA), Telefax: (503) 23972293, malarin58@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El Salvador concentra más del 40% de su población en la zona rural, caracterizada por desarrollar actividades agrícolas, la utilidad que genera el cultivo de tomate anda entre el 18 y 60%. Las hortalizas como el cultivo de tomate son rentables, pero de alto riesgo, debido a diferentes factores como: la siembra de híbridos comerciales susceptibles al ataque de plagas y enfermedades; el alto costo de la semilla que por lo general es importada, provenientes de casas comerciales, dentro del cual el productor no tiene la capacidad económica de poderla adquirir. Esto eleva los costos de producción manteniendo el riesgo de obtener un bajo rendimiento y por lo tanto baja rentabilidad, debido a que el precio de venta no se mantiene estable durante todo el año. Es por eso que en el país se han venido disminuyendo las áreas de siembra. Actualmente la demanda interna del cultivo de tomate en El Salvador se cubre a través de las importaciones, según reportes de MINEC (2015-2016), se importaron alrededor de 101, 184,460 kg, por un valor de \$ 11, 370,977.95. En el año 2007 se sembraron alrededor de 1,162 mz y para el 2014-2015 se redujo en un 26.2 %, sembrándose alrededor de 988 mz. se reporta que el 96.6 de los productores de tomate siembran a campo abierto, 2.7 % en invernaderos, 0.6% en casa malla, 0.1% con microtúnel, 0.01 % en macrotúnel y 0.01 % en otros. A campo abierto el cultivo está más expuesto al ataque de plagas y enfermedades, aunque se esté utilizando semillas híbridas con alto costo, lo que repercute en el bajo rendimiento del cultivo, llegando a no ser competitivo, por lo que para cubrir la demanda aparente se necesitan sembrar alrededor de 3,200 mz. Es importante que los productores adquieran nuevas tecnologías, y que poco a poco vayan adquiriendo conocimiento en cuanto al manejo que se le debe dar al cultivo de tomate cuando se presentan plagas y enfermedades que son consideradas de importancia económica. Además de su amplia adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas se deben incorporar aspectos que sustenten la incorporación a programas de mejoramiento genético integrales para la búsqueda de variedades con nuevas características de adaptabilidad, tolerancia a las principales plagas y enfermedades, adecuado rendimiento (Quinter 2009). La producción a cielo abierto de tomate ha disminuido a lo largo de los últimos años a escala mundial, sobre todo por los bajos rendimientos en comparación con las técnicas de cultivo protegido, su mayor consumo de agroquímicos, una producción incierta ante cambios inesperados de clima y el incumplimiento de los estándares de calidad que requiere el mercado (Cáceres E. 1994), por lo que se tuvo como objetivo seleccionar e identificar genotipos promisorios de variedades de tomate de polinización libre con tolerancia a virosis. El uso de híbridos comerciales no le garantiza al productor un incremento en el rendimiento y llegar a obtener mayores ganancias en la siembra de este cultivo, debido al desconocimiento en el manejo llegando a ser susceptibles al ataque de virus, obteniendo bajos rendimientos y causándole pérdidas económicas al productor. Es importante que los productores de tomate obtengan materiales genéticos propios y adaptados a cada localidad. Es por esto que CENSA se encuentra realizando investigaciones en cuanto a identificar y seleccionar materiales genéticos de polinización libre que sean tolerantes al ataque de virus, que tengan buena calidad de fruto y alto rendimiento. Para la obtención de estos genotipos se está implementando el método de selección individual para que a través de varias selecciones se pueda obtener una variedad con tolerancia a virus, que tengan buen rendimiento y que sea aceptado por el mercado y los productores, ya que la gran mayoría de ellos se rigen por un mercado informal que limita la capacidad de generar rendimientos estables en términos de volumen y calidad.

Esto permitirá bajar los costos de producción, tener una agricultura más limpia y poder entrar a una tecnología más competitiva, ya que este cultivo genera mayor rentabilidad que la de los granos básicos. Disponer de germoplasma de polinización libre resulta más barato que los híbridos comerciales. Esto les permite a los productores transitar hacia un escalonamiento de la producción a través de mejorar la tecnología, calidad de los cultivos y eficiencia en los canales de comercialización, además se estaría protegiendo el medio ambiente ya que evitaría en un 60 % el uso de agroquímicos que contaminan el medio ambiente y dañan la salud.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio dio inicio en el mes de abril del 2017 y finalizó en noviembre de 2017, estuvo localizado en la cooperativa San Cristóbal, del Municipio de Cojutepeque, Departamento de Cuscatlán y en el cantón Entre Pinos, municipio de Atiquizaya, Departamento de Cuscatlán. Se realizó a través de la selección de líneas segregantes a partir de la generación F3. El método utilizado fue, a través de la selección e identificación individual o por planta. El diseño que se utilizó fue descriptivo no paramétrico. Para la siembra se utilizó bandejas de polipropileno de 200 cavidades, sustrato comercial y se fertilizó con Blaucorn (12-12-17-3), el cual fueron protegidas dentro de un invernadero para producción de plantines, para luego ser trasplantadas a campo alrededor de 20 a 21 días después de la siembra. Antes del trasplante se tomaron muestras de suelo para ser analizadas en el laboratorio de suelos de CENTA. La preparación de suelo se realizó con maquinaria utilizando un motocultor, con un distanciamiento de 1.20 m entre surco x 0.50 m entre planta, cada planta seleccionada será considerada como una línea para formar la próxima generación F4. Las líneas fueron sembradas en un surco de 30 m de largo, sembrando 20 líneas separadas haciendo un total de 30 m de ancho, con una población de 60 plantas por línea, en un área total de 900 m², esto con el objetivo para mostrar la variabilidad existente entre ellas. En la selección se identificaron características deseables a nivel de cada planta como vigorosidad, tolerancia a virosis y buen rendimiento, descartando los tipos no deseables. Para este trabajo se utilizó estadística descriptiva. Tomando las variables como: a) días a flor; b) días a inicio de cosecha; c) número de frutos por planta; d) peso de frutos por planta (g); e) número de frutos por racimo; f) número de racimos por planta; g) altura de planta en cm a los 120 días después de la siembra; h) % incidencia de virosis a los 90 días después de siembra aplicando la fórmula número de plantas enfermas/número de plantas muestreadas x 100; i) % de severidad, tomado a los 90 días después de siembra, para esto se utilizó la escala propuesta por el Dr. Nakagaky de la universidad de Totory en Japón donde va desde el grado 0 hasta el grado 4, en el cual el grado 0 se describe como: cultivo sano (sin daño), grado 1: inicio de amarilla miento leve, así como un leve acolochamiento de las hojas, el cual se nota principalmente en hojas nuevas. (punto de crecimiento), grado 2: amarillamiento y acolochamiento generalizado en la planta, principalmente en los puntos de crecimiento, grado 3: No hay mucho desarrollo de hojas, la mayoría se encuentran rizadas (acolochadas) y algunas con una mezcla de amarillamiento, donde hay inicio de muerte en los puntos de crecimiento, grado 4: es considerado como la fase final de la virosis, en la cual no hay desarrollo normal de la planta, se detiene el crecimiento, no hay desarrollo de frutos y los brotes toman una coloración negra. Método de cálculo $\frac{1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4}{4n} \times 100$; j) total de frutos por ha⁻¹; k) rendimiento en t.ha⁻¹

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados obtenidos de las variables planteadas para cada una de las selecciones realizadas en campo del agricultor, con los cuales se pretendió dar respuesta a los objetivos e hipótesis planteada:

Cuadro 1. Variables evaluadas de 20 líneas seleccionadas de tomate correspondientes a la selección F3 con tolerancia a virosis. San Ramón, Cojutepeque. 2017.

Línea	Numero de plantas	Numero Frutos/planta		Total frutos/planta	Frutos/racimo	Numero de racimos por planta	Altura de planta (cm)	% Incidencia	% severidad	Total frutos/ha-1		Peso Total kg,ha-1		Total kg,ha-1	Total t.ha-1
		1°	2°							1°	2°				
TOJLSVS17L41	60	30	12	42	3	14	139	48	19.16	499980	199992	30058.80	8019.68	38078.48	38.08
TOJLSVS17L49	60	35	20	55	4	14	138	37	10.83	583310	333320	35231.92	18465.93	53697.85	53.70
TOJLSVS17L48	60	45	20	65	4	16	140	35	9.58	749970	333320	51905.42	16599.34	68504.76	68.50
TOJLSVS17L27	60	30	15	45	3	15	138	48	22.08	499980	249990	30718.77	10779.57	41498.34	41.50
TOJLSVS17L26	60	48	18	66	4	17	145	30	8.75	799968	299988	55317.79	14435.42	69753.21	69.75
TOJLSVS17L80	60	44	20	64	4	16	142	32	9.16	733304	333320	50077.33	16632.67	66710.00	66.71
TOJLSVS17L1	60	42	25	67	4	17	145	28	7.91	699972	416650	47710.09	18799.25	66509.34	66.51
TOJLSVS17L36	60	39	18	57	3	19	146	43	15.00	649974	299988	43288.27	12659.49	55947.76	55.95
TOJLSVS17L5	60	48	20	68	4	17	145	25	7.08	799968	333320	55357.79	14039.44	69397.22	69.40
TOJLSVS17L8	60	40	17	57	4	14	144	38	16.25	666640	283322	45131.53	11369.71	56501.24	56.50
TOJLSVS17L4	60	38	17	55	3	18	145	47	21.25	633308	283322	41431.01	11650.20	53081.21	53.08
TOJLSVS17L12	60	45	18	63	4	16	145	22	6.66	749970	299988	51597.94	15041.40	66639.33	66.64
TOJLSVS17L79	60	34	20	54	3	18	142	38	16.66	566644	333320	39608.42	17432.64	57041.05	57.04
TOJLSVS17L7	60	38	18	56	3	19	143	42	19.58	633308	299988	43280.27	13499.46	56779.73	56.78
TOJLSVS17L10	60	30	21	51	3	17	143	45	21.25	499980	349986	34498.62	19284.23	53782.85	53.78
TOJLSVS17L40	60	48	18	66	4	17	145	32	10.00	799968	299988	53597.86	14399.42	67997.28	68.00
TOJLSVS17L78	60	49	19	68	4	17	144	30	8.75	816634	316654	55531.11	14249.43	69780.54	69.78
TOJLSVS17L11	60	42	22	64	4	16	147	32	9.16	699972	366652	48298.07	17232.64	65530.71	65.53
TOJLSVS17L2	60	35	15	50	3	17	146	48	22.91	583310	249990	39665.08	11249.55	50914.63	50.91
TOJLSVS17L25	60	40	14	54	3	18	148	45	20.41	666640	233324	45998.16	10266.26	56264.42	56.26

Cuadro 2. Variables evaluadas en 20 líneas seleccionadas de tomate correspondientes a la selección F3 con tolerancia a virosis. Atiquizaya, Ahuachapan 2017.

Línea	Numero de plantas	Numero Frutos/planta		Total frutos/planta	Frutos/racimo	Numero de racimos por planta	Altura de planta (cm)	% Incidencia	% severidad	Total frutos/ha-1		Peso Total kg,ha-1		Total kg,ha-1	Total t.ha-1
		1°	2°							1°	2°				
TOJLSVS17L41	60	25	18	43	3	14	140	41.67	12.50	416650	299988	25124.00	12059.52	37183.51	37.18
TOJLSVS17L49	60	30	12	42	3	14	138	46.67	15.00	499980	199992	30198.79	8439.66	38638.45	38.64
TOJLSVS17L48	60	40	20	60	4	15	143	35.00	8.75	666640	333320	43664.92	14482.75	58147.67	58.15
TOJLSVS17L27	60	35	11	46	3	15	140	45.00	17.50	583310	183326	35838.57	8086.51	43925.08	43.93
TOJLSVS17L26	60	45	21	66	4	17	145	33.33	10.83	749970	349986	52047.92	15854.37	67902.28	67.90
TOJLSVS17L80	60	34	12	46	4	12	142	43.33	13.33	566644	199992	38696.12	8647.65	47343.77	47.34
TOJLSVS17L1	60	42	25	67	3	22	147	20.00	6.66	699972	416650	47878.08	18386.76	66264.85	66.26
TOJLSVS17L36	60	33	21	54	3	18	146	45.00	17.50	549978	349986	34709.11	15091.40	49800.51	49.80
TOJLSVS17L5	60	48	17	65	4	16	143	41.67	14.16	799968	283322	52237.91	11959.02	64196.93	64.20
TOJLSVS17L8	60	42	20	62	4	16	149	41.67	12.50	699972	333320	47388.10	16232.68	63620.79	63.62
TOJLSVS17L4	60	38	21	59	3	20	147	46.67	20.83	633308	349986	41431.01	17191.31	58622.32	58.62
TOJLSVS17L12	60	45	18	63	4	16	145	25.00	7.08	749970	299988	50997.96	14849.41	65847.37	65.85
TOJLSVS17L79	60	34	22	56	3	19	142	45.00	21.25	566644	366652	38135.14	16902.66	55037.80	55.04
TOJLSVS17L7	60	38	18	56	3	19	144	45.00	17.08	633308	299988	41861.66	12089.52	53951.18	53.95
TOJLSVS17L10	60	30	21	51	3	17	143	48.33	18.33	499980	349986	34348.63	14737.91	49086.54	49.09
TOJLSVS17L40	60	48	20	68	4	17	146	33.33	11.25	799968	333320	53693.85	14732.74	68426.60	68.43
TOJLSVS17L78	60	50	19	69	4	17	144	26.67	7.50	833300	316654	55247.79	13394.46	68642.25	68.64
TOJLSVS17L11	60	42	22	64	4	16	147	30.00	9.16	699972	366652	49082.04	17635.96	66718.00	66.72
TOJLSVS17L2	60	35	15	50	3	17	146	51.67	22.50	583310	249990	38673.45	10529.58	49203.03	49.20
TOJLSVS17L25	60	50	18	68	3	23	148	20.00	5.83	833300	299988	55106.13	12332.51	67438.64	67.44

DÍAS A FLOR

La variable días a flor fue tomada en cada línea seleccionada según el cuadro 1. La media mostró que a los 55 días el 50 % de las flores ya estaban abiertas, lo cual de acuerdo con la guía técnica de CENTA 2002 el 90 % de las líneas seleccionadas se consideran como

precoces y las variedades de crecimiento determinado inician su floración entre los 55 y los 60 días después de siembra

DÍAS A INICIO DE COSECHA

De acuerdo con los resultados obtenidos el promedio de días a cosecha en las 20 líneas seleccionadas fue de 94 considerándose como intermedias, de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo; que anda entre los 91 a 130 días después de la siembra

NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

De las líneas seleccionadas la variable número de frutos por planta, se obtuvo un promedio aproximado de 58 frutos en las dos localidades para las 20 líneas, pero de acuerdo al cuadro 1, para la localidad de San Ramón en Cojutepeque la línea ToJL5VS17L5 y la ToJL5VS17L78 obtuvo 68 frutos por planta. El cuadro 2, Correspondiente a la localidad de Atiquizaya mostró la línea ToJL5VS17L40 y ToJL5VS17L25 con 68 frutos por planta

PESO DE FRUTOS POR PLANTA (g)

De acuerdo con el cuadro 3, para la localidad de Atiquizaya se obtuvo un peso en gramos de 66.07 para primera calidad y 44.03 gramos para segunda calidad. Para la localidad de San Ramón un peso promedio de 67.14 gramos para primera calidad y 46.43 gramos para segunda calidad, tomando como parámetro de 70 a 90 g para primera categoría y para segunda categoría de 50 a 70 g. Pero la línea ToJL5VS17L11 y ToJL5VS17L26 fueron la que obtuvieron mayor peso con 70.12 y 69.40 gramos respectivamente. En la localidad de San Ramón se obtuvo un promedio de 67.14 gramos para frutos de primera calidad y 46.43 gramos para segunda calidad. La línea ToJL5VS17L48 obtuvo 69.21 gramos en promedio de primera calidad, seguido de la línea ToJL5VS17L5 con 69.20 gramos.

Cuadro 3. Variables peso de frutos en gramos de primera y segunda calidad evaluadas en 20 líneas seleccionadas de tomate correspondientes a la selección F3 con tolerancia a virosis. Atiquizaya y San Ramón, 2017.

Línea	Atiquizaya		San Ramon	
	Peso por fruto (g)		Peso por fruto (g)	
	1°	2°	1°	2°
TOJL5VS17L41	60.30	40.20	60.12	40.10
TOJL5VS17L49	60.40	42.20	60.40	55.40
TOJL5VS17L48	65.50	43.45	69.21	49.80
TOJL5VS17L27	61.44	44.11	61.44	43.12
TOJL5VS17L26	69.40	45.30	69.15	48.12
TOJL5VS17L80	68.29	43.24	68.29	49.90
TOJL5VS17L1	68.40	44.13	68.16	45.12
TOJL5VS17L36	63.11	43.12	66.60	42.20
TOJL5VS17L5	65.30	42.21	69.20	42.12
TOJL5VS17L8	67.70	48.70	67.70	40.13
TOJL5VS17L4	65.42	49.12	65.42	41.12
TOJL5VS17L12	68.00	49.50	68.80	50.14
TOJL5VS17L79	67.30	46.10	69.90	52.30
TOJL5VS17L7	66.10	40.30	68.34	45.00
TOJL5VS17L10	68.70	42.11	69.00	55.10
TOJL5VS17L40	67.12	44.20	67.00	48.00
TOJL5VS17L78	66.30	42.30	68.00	45.00
TOJL5VS17L11	70.12	48.10	69.00	47.00
TOJL5VS17L2	66.30	42.12	68.00	45.00
TOJL5VS17L25	66.13	41.11	69.00	44.00

NUMERO DE FRUTOS POR RACIMO

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 1 y 2, para la localidad de San Ramón se obtuvo en promedio de 4 frutos por racimo por planta en las 20 líneas evaluadas y para la localidad de Atiquizaya fue en promedio de 3 frutos por racimo por planta.

NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA

El promedio de racimos por planta en las localidades de Atiquizaya y San Ramón fue de 17 racimos de las 20 líneas evaluadas, pero de acuerdo a la gráfica 1 para la localidad de San Ramón la línea ToJL5VS17L7 y ToJL5VS1736 obtuvieron alrededor de 19 racimos en promedio por planta y para la localidad de Atiquizaya de acuerdo a la gráfica 1, la línea ToJL5VS17L25 obtuvo un promedio total de 23 racimos por planta, seguido de la línea ToJL5VS17L1 con 22 racimos por planta.

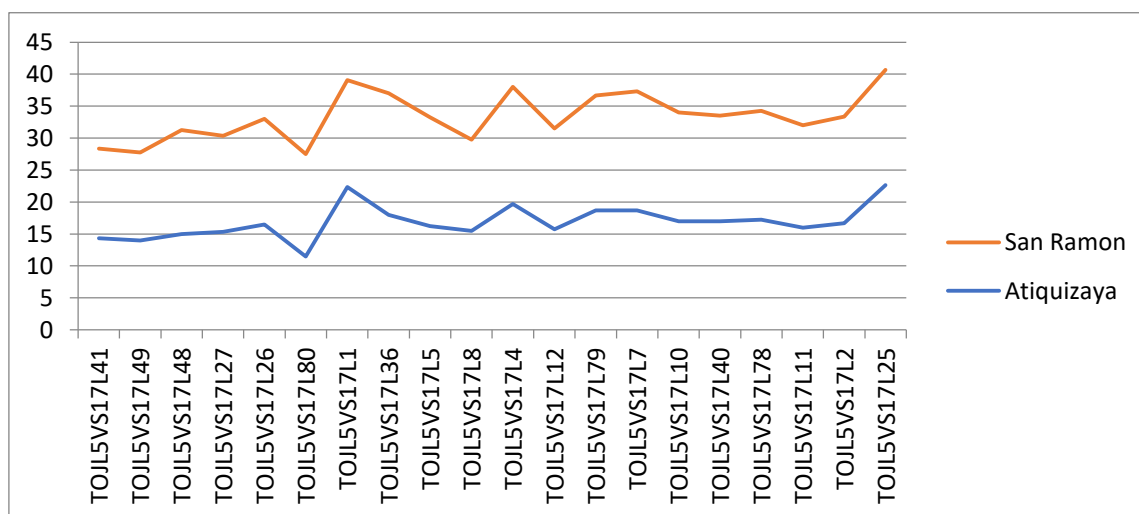


Fig.1 Numero de racimos por planta en San Ramón y Atiquizaya de 20 líneas segregantes con tolerancia a virosis, 2017

ALTURA DE PLANTA (cm)

Para esta variable los resultados obtenidos de la lectura tomada a los 120 días después de la siembra, de acuerdo a la figura 2, muestra que hubo un rango promedio entre las líneas seleccionadas, para la localidad de Atiquizaya muestra un promedio de 144.25 cm y para San Ramón 143.50 cm. Pero para Atiquizaya la línea ToJL5VS17L8 mostró mayor altura con 149.0 cm y para San Ramón fue la línea ToJL5VS17L25 con 148.0 cm de altura, llegando a demostrar que se pueden considerar como plantas de habito de crecimiento determinado (Ramírez L.2006)

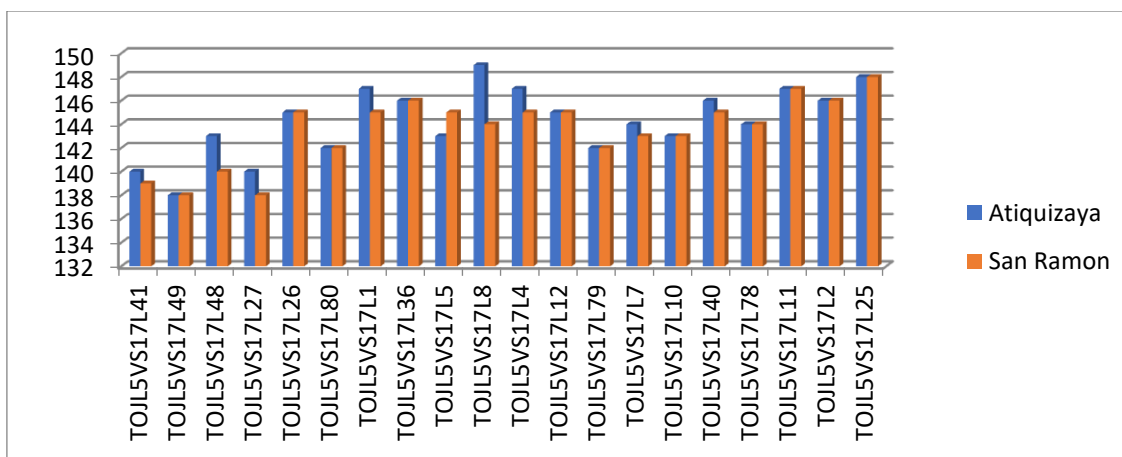


Fig 2. Promedio de altura de planta en cm en las localidades San Ramón y Atiquizaya de 20 líneas segregantes con tolerancia a virosis. 2017

% INCIDENCIA DE VIROSIS

De acuerdo a los resultados obtenidos y en base a la fórmula para $\% = \text{Número de plantas enfermas} / \text{número de plantas muestreadas} \times 100$ se determinó el porcentaje de plantas con mayor incidencia de virosis en las 20 líneas evaluadas en cada localidad. Para Atiquizaya se obtuvo un promedio de 38.25 % y para San Ramón 37.25 % mostrando que las líneas en ambas localidades muestran un bajo porcentaje de incidencia. Para la localidad de Atiquizaya las líneas ToJL5VS17L25 y ToJL5VS17L1 obtuvieron 20 % de incidencia, y en San Ramón la línea ToJL5VS17L22 y ToJL5VS17L5 obtuvieron 22 y 25 % de incidencia, lo que se ve reflejado en la figura 3.

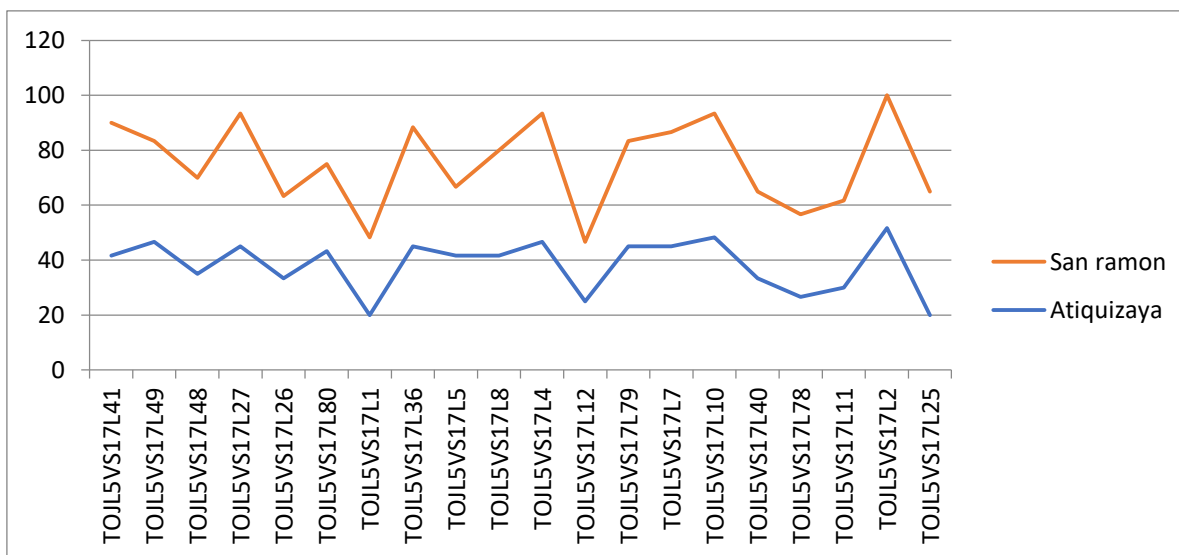


Fig 3. Promedio de % de incidencia en las localidades San Ramón y Atiquizaya de 20 líneas segregantes con tolerancia a virosis. 2017

PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Para el cálculo de esta variable se tomó de referencia la escala de severidad propuesta por el Dr. Nakagaky de la Universidad de Totory en Japón en la cual va de 0 a 4 en grado de daño y en base a la sintomatología mostrada en cada etapa fenológica del cultivo para que al final de las lecturas tomadas a los 90 días después de la siembra se aplica la fórmula % de severidad: $1x n_1 + 2x n_2 + 3x n_3 + 4x n_4 / 4n \times 100$, obteniendo los resultados siguientes: para la localidad de Atiquizaya el promedio de lectura de las 20 líneas fue de 13.48% y para San Ramón fue de 14.2% lo cual se considera como un porcentaje de severidad bajo, pero al analizar por cada línea y en cada localidad se muestra que para Atiquizaya la línea ToJL5VS17L25 mostro menor % de severidad; con 5.83%, seguido de la línea ToJL5VS17L1 con 6.66%. Para San Ramón la línea ToJL5VS17L12 fue la que menor porcentaje de daño mostro con 6.66%, seguido de la línea ToJL5VS17L5 con 7.08% de severidad, esto se refleja en la figura 4.

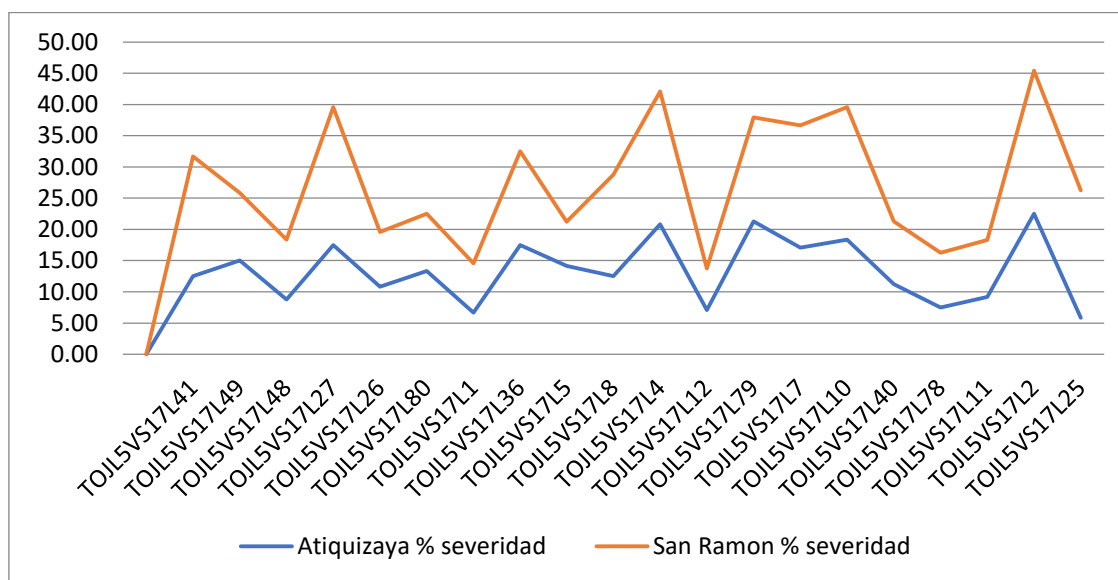


Fig 4. Promedio de % de severidad en las localidades San Ramón y Atiquizaya de 20 líneas segregantes con tolerancia a virosis. 2017

NÚMERO TOTAL DE FRUTOS POR ha⁻¹

De acuerdo a la figura 5, para la localidad de Atiquizaya la línea ToJL5VS17L78 mostró mayor número de frutos con un total de 1,149,954 por hectárea y en San Ramón la línea ToJL5VS17L78 con 1,133,288 frutos por ha⁻¹

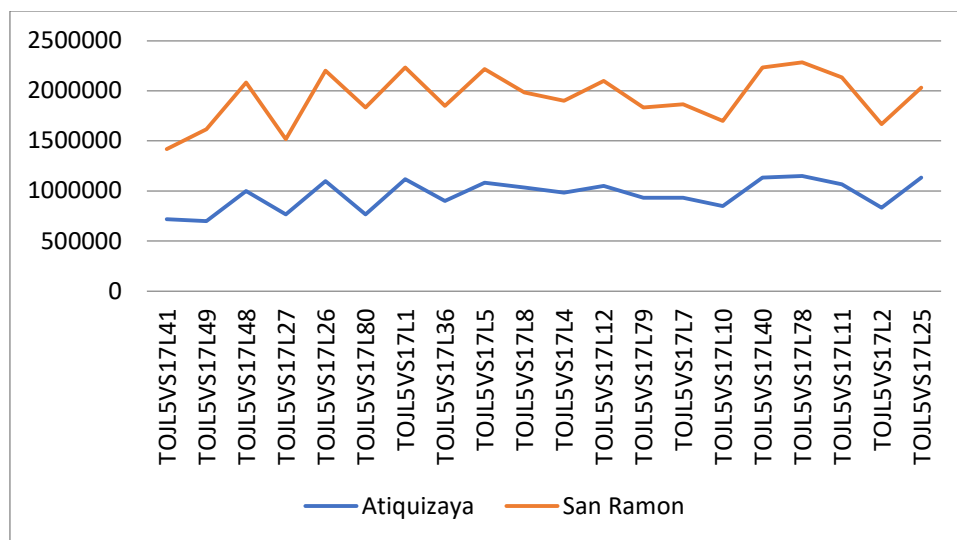


Fig 5. Promedio de número total de frutos por ha⁻¹ en las localidades San Ramón y Atiquizaya de 20 líneas segregantes con tolerancia a virosis. 2017

RENDIMIENTO TOTAL t.ha⁻¹

De acuerdo a los resultados mostrados en la figura 6, para la localidad de Atiquizaya el mejor rendimiento se obtuvo de la línea ToJL5VS17L78 con un promedio total de 68.64 t.ha⁻¹, seguido de la línea ToJL5VS17L40 con 68.43 t.ha⁻¹, ToJL5VS17L26 con 67.90 t.ha⁻¹. Para la localidad de San Ramón la línea ToJL5VS17L78 mostro mayor rendimiento con un promedio total de 69.78 t.ha⁻¹, seguido de la línea ToJL5VS17L26 con 69.75 t.ha⁻¹, ToJL5VS17L5 con 69.40 t.ha⁻¹.

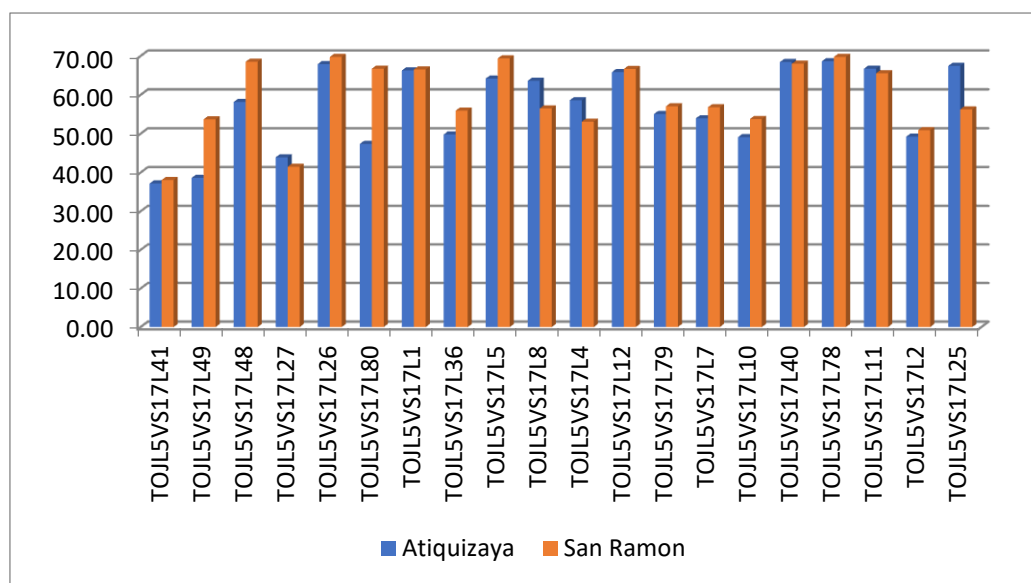


Fig. 6 Promedio de rendimiento total en t.ha⁻¹ en las localidades San Ramón y Atiquizaya de 20 líneas segregantes con tolerancia a virosis. 2017

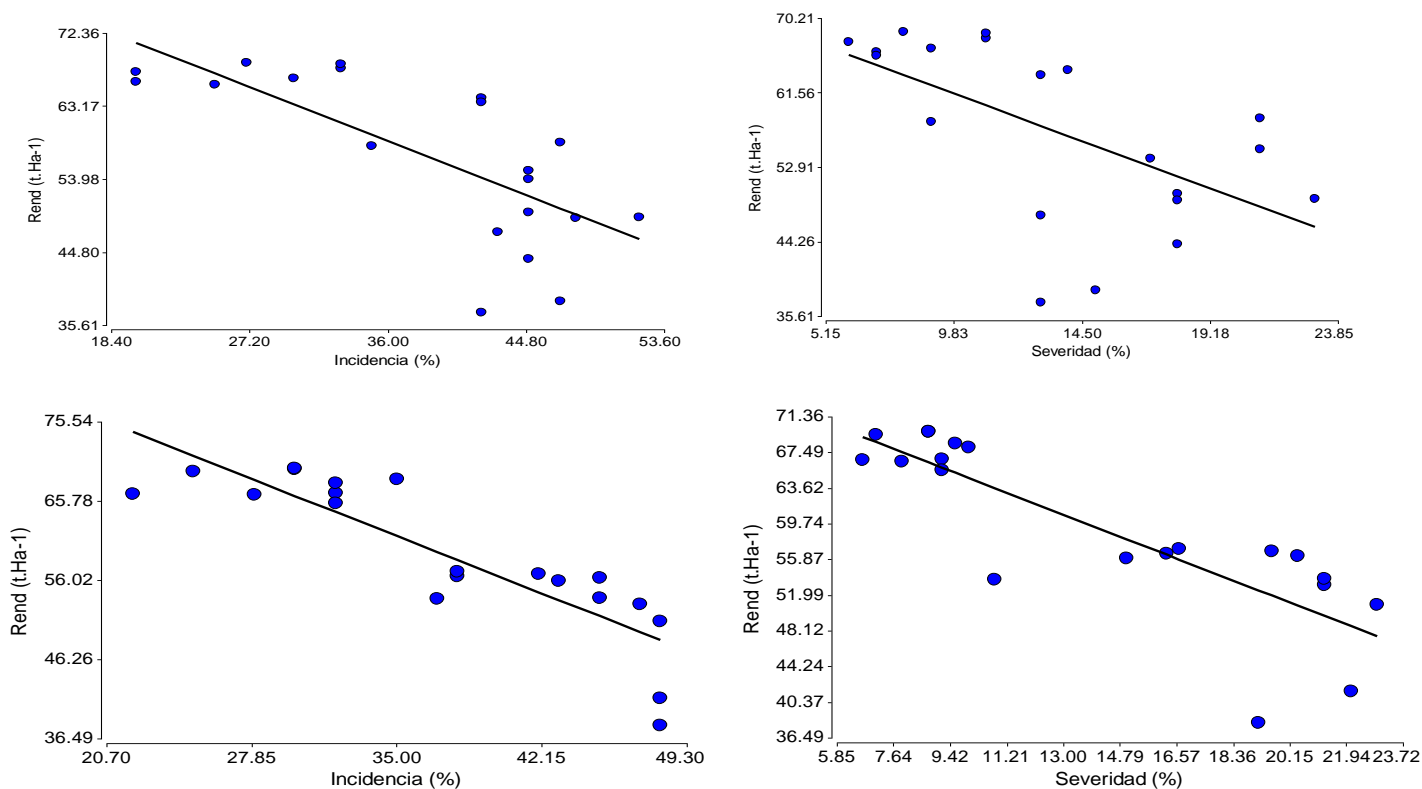


Fig. 7. Dispersión de incidencia y severidad vs rendimiento en $t\cdot ha^{-1}$ para la localidad de Atiquizaya. 2017

Fig.8 Dispersión de incidencia y severidad vs rendimiento en $t\cdot ha^{-1}$ para la localidad de San Ramón, Cojutepeque. 2017

La grafica de correlación de Pearson en ambas localidades, entre las variables porcentaje de incidencia y severidad con el rendimiento total en $t\cdot ha^{-1}$ hay un efecto directo con una pendiente negativa dando un coeficiente de correlación de -0.87 para % de incidencia y -0.83 para % de severidad tanto para la localidad de Atiquizaya como para San Ramón, teniendo como resultado que las líneas que se encuentra arriba de la pendiente son las que mostraron menor porcentaje tanto de incidencia con una media de 38% y de severidad de 13% para la localidad de Atiquizaya. Para la localidad de San Ramón la media para incidencia mostró un % de 37 y severidad de 14% y con una media de rendimiento de 57 y $59 t\cdot ha^{-1}$

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos fueron seleccionadas las líneas que pasaran a F4: ToJL5VS17L48, ToJL5VS17L26 ToJL5VS17L1 ToJL5VS17L5 ToJL5VS17L8 ToJL5VS17L12 ToJL5VS17L40 ToJL5VS17L78 ToJL5VS17L11 ToJL5VS17L25 por superar la media de rendimiento de 57 , media de porcentaje de incidencia de 38.25 y la media de porcentaje de severidad con 13.48 . Para la localidad de San Ramón fueron seleccionadas las líneas que pasaran a F4: ToJL5VS17L48, ToJL5VS17L26

ToJL5VS17L80 ToJL5VS17L1 ToJL5VS17L5 ToJL5VS17L12 ToJL5VS17L40 ToJL5VS17L78 ToJL5VS17L11 por superar la media de rendimiento de 59.22, media de porcentaje de incidencia de 37 y la media de porcentaje de severidad con 14.12. Las líneas ToJL5VS17L48, ToJL5VS17L26, ToJL5VS17L1, ToJL5VS17L5, ToJL5VS17L12, ToJL5VS17L40, ToJL5VS17L78, y ToJL5VS17L11 tuvieron iguales características en ambas localidades en cuanto a rendimiento y tolerancia a virus por lo que pasaran a formar parte de la generación F4 y posteriormente a ensayos preliminares de rendimiento

RECOMENDACIONES

Se recomienda que estas líneas pasen a la siguiente generación F4 para continuar estabilizando las características deseadas en cuanto a mayor tolerancia a virosis y mejor rendimiento

LITERATURA CONSULTADA

Arguello, H.; Lastres; L.; Rueda, A.; Rivera, M. 2007. Guía para el mejoramiento y manejo de virosis en cultivos hortícolas

Breeding Tomato Paste. En: The tomato Grup. A Scientific Basic for improvement (Ed. J.G. Atherton and J. Rudich. Chapman and Hall publication. Cambridge, U.K. 1986) y En: tomato Produccion, processing and technology (Ed. Wilbour A. Gould, CTI publication

Cáceres, E. (1994). Producción de Hortalizas. IICA, San José, Costa Rica. 387 p.

Cubero, J.I. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal.

Depestre, T; Gómez, O. 1999. Mejoramiento de Tomate y chile pimiento. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Hortícolas Liana Dimitrova. Presentado en: Curso de mejoramiento de hortalizas (1999. Guatemala). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía p.6-36

Hayward, M.D.; Bosermark, N.O.; Romagoza, I. 1994, Plant breeding principled and prospects.

L. Quinter; Montero, F.; Zambrano, J.; Meza, N.; Maffei, M.; Valera, A.; Álvarez, R. 2009. Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado de Trujillo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2009, 26: 362-381. Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Laboratorio de Fisiología, Pos cosecha, Trujillo, Venezuela.

LX Reunión Anual de la Sociedad del PCCMCA, 4-7 Marzo, Guatemala 20015

MAG-Escuela Nacional de Agricultura de Propósitos Múltiples. ENAPM 2013-2014. El Salvador

MINEC 2014-2015, Anuario de Estadísticas Agropecuarias

Pérez, J.; Hurtado.; Aparicio, V.; Argueta, Q.; Larin, M (n.d) Guía técnica. Cultivo de tomate. CENTA, El Salvador, 47 p.

Ramírez, L. 2006. Mejora de plantas alogamas. Departamento de producción Agraria-Campus Arrosadia 31006, Pamplona, España.

Rivas, Fulvio. 2015. Selección de cultivares de tomate (*Solanumlycopersicon*) tolerantes al complejo de Begomovirus transmitidos por mosca blanca (*Bemisiatabaci*, Gen, Aleyrodidae)

Ruiz, Domene; Rodríguez, Segura. 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria

Teni Cacao, R.E. 2004. Experiencias en la producción de híbridos de tomate (*Lycopersiconesculentum*, Mill) tolerantes a virosis transmitidos por mosca blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala USAC. 48 P.

Vásquez, F.J. 2002. Apuntes de filogenética y mejoramiento de plantas. Guatemala, Usac, Facultad de Agronomía, 101 p.

PROGRAMA DE FRUTALES Y CACAO



“VALIDACIÓN CULTIVO DE COBERTURA (*CANAVALIA ENSIFORMIS*) PARA EL CONTROL DE MALEZAS Y AUMENTO DE FERTILIDAD NATURAL DEL SUELO EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*MUSA SP*) 2016-2017.

*Jorge Alberto Duran Rodríguez

RESUMEN

El presente trabajo se realizó a partir de junio 2016 a diciembre 2017 en la zona de distrito Lempa-acahuapa, caserío La Arenera y La Galera, San Vicente. Consistió en validar el uso de cobertura vegetal con *Canavalia ensiformis* para el control de malezas y aumento de fertilidad natural del suelo en cultivo de plátano (*Musa sp*). Se establecieron 7 parcelas apareadas de 500 mts² con tratamiento 1 *Canavalia ensiformis* y tratamiento 2 manejo del productor (herbicida). A medida que se desarrollo el cultivo de plátano se realizo toma de datos del crecimiento de malezas y análisis de suelo antes y después del ciclo vegetativo del plátano. Los resultados demuestran que el tratamiento con *Canavalia ensiformis* el promedio de control de malezas fue de 81.22% y el tratamiento del agricultor (herbicida) de 40.86%. En análisis estadístico (prueba de T) hubo diferencia significativa de 0.87 en donde T1 fue superior al testigo. También los resultados de análisis de suelo demuestran una mejoría en el ph, capacidad de intercambio cationico, materia orgánica, potasio y la relación carbono/nitrógeno que favorece la mineralización y liberación optima del nitrógeno. Finalmente se realizo valoración cualitativa entre los productores de la zona donde el 100% acepta el uso de esta tecnología. La relación beneficio/costo fue mayor para tratamiento con *Canavalia ensiformis* de \$ 1.71 a diferencia del testigo con \$1.68.

Palabras claves: Cobertura vegetal, *Canavalia ensiformis*, plátano, malezas, suelo.

*Ing. Agrónomo, Técnico Programa Frutales y cacao – CENITA.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador, el área estimada de plátano es de 3,206 mz, con una producción de 75,137 TM, lo cual no satisface la demanda interna del país. La importación para 2013-2014 fue de 68,306.890 kg de fruta fresca equivalente a \$ 6, 853. 410 (CENTA 2011MAG)

La degradación de los suelos producto al uso indiscriminado de herbicidas químicos, hace que la fertilidad natural de éstos disminuya, por lo que haciendo un buen uso de la tierra mediante coberturas vegetales, ayudaría a combatir las malas hierbas y mejorar la fertilidad natural de los suelos.

La *Canavalia* sp es una leguminosa forrajera y mejoradora de suelos. Puede asociarse con cultivos como maíz, café, cítricos, papaya, ya que tiene altas tasas de fijación de nitrógeno y reduce el manejo de malezas. Sus raíces pueden llegar hasta 3 metros de largo, por lo que ayuda a aumentar la porosidad del suelo, así como sus propiedades químicas y físicas (Carvalho, 2000)

Entre los objetivos del presente trabajo están la de validar la eficiencia de control de malezas con el uso de *Canavalia* ensiformis. Además, comparar las ventajas o desventajas en el mejoramiento de la fertilidad natural del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La validación se inicio en julio 2016 con el establecimiento de parcelas en el área del proyecto Lempa-acahuapa, San Vicente, en las comunidades de la Arenera y la Galera, a una altura de 30 msnm; temperatura promedio de 28°C; precipitación de 1800 mm/año y suelos franco arenosos a franco-arcillosos.

Establecimiento de cultivo: *Canavalia* ensiformis se sembró a doble surco (80 cms) intercalada en plantaciones de plátano (calle) y un distanciamiento de 50 cms entre planta (dos semillas/postura) para lograr una densidad de 25,000 pls/Ha.

Seguimiento: cada 15 días se hace conteo de malezas existentes y toma de datos en 3 puntos pre establecidos dentro de cada parcela.

En el momento de floración o formación de vainas de *Canavalia* ensiformis, se corto la planta para dejar descomponer materia vegetal y raíces en el suelo, durante un periodo de 1 a 2 meses. Se realizó una segunda siembra de *Canavalia* ensiformis en la misma calle del cultivo de plátano y seguir en la toma de datos (Enero 2017).

Se hizo análisis de suelo antes de la siembra y un segundo análisis después de terminada la validación (2° año), para conocer la cantidad de materia orgánica y nutrientes aportados (laboratorio de suelos- CENTA)

Durante el 2017 se dio seguimiento en el manejo agronómico del cultivo, así como dar a conocer la tecnología a productores de plátano de la zona, mediante una gira de campo en mes de marzo 2017.

Diseño: parcelas apareadas (5)
 Área experimental: 500 mts²

Tratamientos: T1= Uso *Canavalia ensiformis*
 T2= Testigo (manejo del productor)

Variables:
 Población inicial de malezas
 Población final de malezas
 Porcentaje inicial de materia orgánica
 Porcentaje final de materia orgánica

Análisis estadístico: comparación de medias y análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio de la validación de cobertura vegetal con *Canavalia ensiformis* para el control de maleza y aumento de fertilidad natural del suelo en cultivo de plátano, se deseaba comparar los tratamientos T1. Cobertura vegetal y T2. Testigo (manejo del agricultor) en donde la variable de estudio fue el porcentaje de malezas.

Dentro de las malezas más comunes encontradas fueron: Flor amarilla (*Baltimora recta*); Coyolillo (*Cyperus sp*); Barrenillo (*Cynodon sp*); Zacate peludo (*Paspalum sp*).

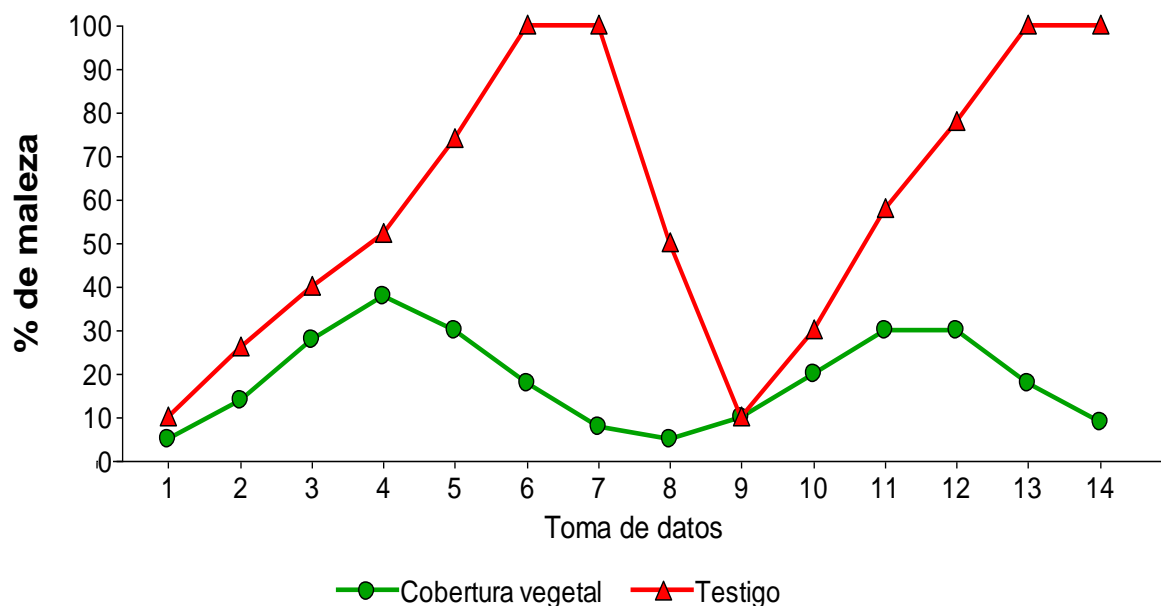


Fig. 1. Curva poblacional de principales malezas encontradas en validación de cobertura vegetal con *Canavalia ensiformis* para el control de malezas y aumento de fertilidad del suelo en cultivo de plátano. Proyecto Lempa-acahuapa, San Vicente, El Salvador, 2017.

Se observa como en tratamiento 1 (cobertura) la cantidad de malezas es menor y en donde *Canavalia ensiformis* a medida crecía fue desplazando las malezas. En tratamiento 2 (agricultor) a pesar del uso de herbicida al momento de la siembra las malezas crecieron hasta cubrir toda la calle del cultivo de plátano.

Cuadro 1. Porcentaje promedio de malezas por parcela y tratamiento.

Cobertura vegetal (% maleza)	Herbicida (% maleza)
17.86	58.57
18.21	57.86
19.29	58.57
20.00	60.71
18.57	60.00

El cuadro 1, muestra el promedio de malezas/parcela durante el periodo julio 2016 a julio 2017 en cultivo de plátano, proyecto Lempa- Acahuapa, San Vicente, donde se observa que T1, Cobertura vegetal, presenta el menor porcentaje de maleza comparado con T2 manejo del agricultor usando herbicida.

El promedio de control de malezas usando *Canavalia ensiformis* es 81.22 % y para el tratamiento del agricultor usando herbicidas es de 40.86 %

Cuadro 2. Análisis Estadístico Prueba T.2017

TRATAMIENTOS	Diferencia significativa
Cobertura vegetal / Herbicida	0.87

De acuerdo a la diferencia significativa ($p < 0.0001$) de la prueba de T para observaciones apareadas realizada en el programa InfoStat, se determino que el tratamiento de cobertura vegetal es superior en cuanto al porcentaje de control de maleza con respecto al método tradicional (herbicida).

ANALISIS DE SUELO

Se realizaron análisis suelo antes y después de la incorporación del abono verde utilizado en este ensayo (*Canavalia ensiformis*), de acuerdo a estos análisis se puede observar el comportamiento del pH del suelo en su fase inicial (2016) donde los valores estuvieron en los rangos de 6.00-6.70 clasificándose como suelos moderadamente ácidos, ligeramente ácidos y neutros, sin embargo el comportamiento del pH para el siguiente año (2017), se

reportan niveles entre 6.10-7.02 correspondientes a suelos ligeramente ácidos y neutro. Indicando que la incorporación del abono verde ocasionó un leve incremento o mantenimiento estable, respaldando así que el uso de este tipo de alternativas permiten regular el pH del suelo.

Cuadro 3. pH de parcelas evaluadas 2017.

pH				
Parcelas	AÑOS			
	2016		2017	
P1	6.20	LA	6.33	LA
P3	6.10	LA	7.02	N
P3	6.70	N	6.83	N
P4	6.10	LA	6.09	LA
P5	6.00	MA	6.42	LA

*5.6 a 6.0 Moderadamente ácido, 6.1 a 6.5 Ligeramente ácido, 6.6 a 7.3 Neutro

El siguiente cuadro muestra como capacidad de intercambio catiónica efectiva antes de iniciar el ensayo (2016) presentó niveles que se mantuvieron entre los rangos de 10.12 - 15.96 en las parcelas evaluadas, consideradas como media, se observa que los análisis posteriores (2017) a la incorporación presentan un incremento con niveles de 12.63-20.52 indicando una CICE media, el uso de abonos verdes mejora la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes y ponerlos a disposición para las planta.

Cuadro 4. Potasio encontrado en parcelas. 2017

Parcelas	CICE			
	Año 1		Año 2	
P1	13.37	M	14.54	M
P2	10.12	M	20.52	M
P3	12.41	M	12.63	M
P4	14.46	M	14.40	M
P5	15.96	M	16.48	M

Respecto al contenido de materia orgánica los resultados antes de iniciar el ensayo presentó niveles que se mantuvieron entre los rangos 0.41% y 2.05%, valores considerados contenidos bajos y medios, los resultados posteriores reportan como niveles máximos de 1.64% y mínimos de 2.46% correspondientes a niveles medios y bajos, se puede apreciar el aumento de la materia del suelo en las diferentes parcelas donde se estableció el ensayo, así también con el incremento de la materia orgánica se aumenta la capacidad de intercambio catiónica efectiva.

Cuadro 5. Capacidad de intercambio catiónico 2017.

Parcelas	Materia orgánica			
	Año 1		Año 2	
P1	0.96	B	1.64	B
P2	2.05	M	2.46	M
P3	1.91	B	2.05	M
P4	0.41	B	2.32	M
P5	2.05	M	2.19	M

< 2% Bajo, 2-4% Medio >4% Alto

Beltran Morales et al (2006) demostraron que la adición de abono verde resulta en una mejora de M O, lo que lleva a un mejor estado de agregación del suelo, menos densidad aparente y mejora el flujo de agua en el suelo.

En relación a la disponibilidad del potasio se reportó que el contenido de este elemento en los resultados previos a la establecimiento del ensayo, se mantuvieron en valores de 80.4-254.4 mg Kg⁻¹ considerados niveles altos, sin embargo para el siguiente año (2017) el contenido de potasio reportó como valores entre 191.5-320.7 mg Kg⁻¹ lo que indica que son contenidos altos y muy altos disponibles en el suelo, se observa como el contenido de potasio en el suelo paso de un nivel alto a un nivel muy alto de contenido disponible, respaldando así que el uso de abonos verdes constituye una buena alternativa para mejorar la fertilidad del suelo.

Cuadro 6. Contenido de materia orgánica (mg Kg⁻¹) 2017.

Parcelas	Potasio			
	Año 1		Año 2	
P1	113.8	A	276.5	MA
P2	80.4	A	320.7	MA
P3	254.4	MA	191.5	A
P4	152.9	A	309.6	MA
P5	82.3	A	304.5	MA

*0-56 Bajo, 60-200 Alto, >200 Muy alto

La relación C:N de los abonos verdes permite estimar cómo se comportan la descomposición y mineralización del nitrógeno después de la incorporación.

Al observar los resultados de la relación C:N en comparación del año 1, con el año 2 después de haber establecido dos ciclos del material utilizado como abono verde, con un promedio de 11.5 indica que la relación la adecuada lo cual favoreció la mineralización paulatina del nitrógeno.

De acuerdo a investigaciones se considera que una relación C/N entre 10 y 15 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provocan liberaciones muy escasas o excesivas, sin embargo dicho valor puede variar de acuerdo a la especie, a la temperatura y microbiología del suelo.

Las leguminosas contienen una alta cantidad de N y una baja relación C/N (Janzen y Kucey, 1988), esta relación influye en la mineralización de residuos (Probert et al, 20015).

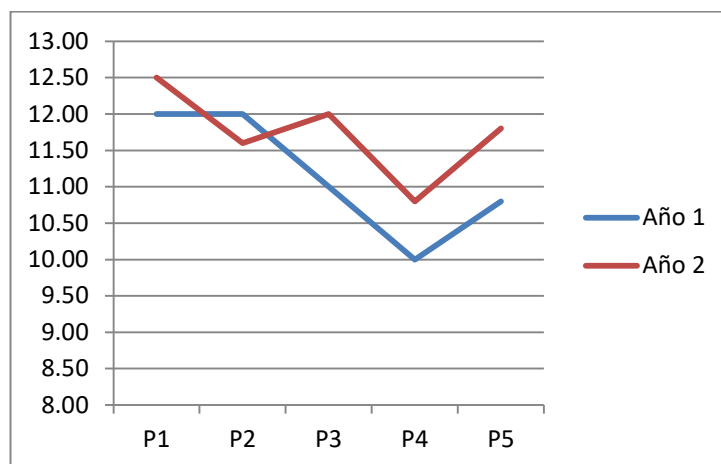


Fig. 2. Relación C:N. 2017

ANALISIS ECONOMICO

Cuadro 7. Relación Beneficio-costo

TRATAMIENTOS	Relación B/C
T1. Canavalia sp	1.71
T2. Agricultor	1.68

La relación Beneficio/costo es mayor en tratamiento 1 (*Canavalia* sp). Ambos tratamientos son rentables aunque por una diferencia mínima, es más rentable el uso de *Canavalia* ensiformis como cobertura vegetal en plátano.

Por lo que, por cada dólar invertido por el productor en el uso de cobertura vegetal con *Canavalia* sp obtiene \$ 0.71 a diferencia del uso de herbicidas que es \$ 0.68

RESULTADO DE GIRA DE CAMPO

Con el propósito de mostrar a los productores de plátano de la zona lempa-acahuapa, el día 08 marzo 2017, se realizó en Caserío La Galera, Cantón Parras lempa, San Vicente, una Gira de campo para observar el efecto de la *Canavalia* ensiformis en el control de malezas en el cultivo de plátano.

Cuadro 7. Resultados de encuesta realizada a productores sobre la tecnología validada.

PREGUNTA	RESPUESTA	%
1. Que tratamiento es mejor?	Canavalia ensiformis	100
2. Que ventajas observa?	Controla malezas	100
3. Que desventaja?	Dificulta aplicaciones	50
4. Cree que incrementaría costos?	no	100
5. Usaría la tecnología?	Si	100

CONCLUSIONES

El promedio de control de malezas usando Canavalia ensiformis es de 81.22 % y para tratamiento del agricultor 40.86 %

Existe diferencia significativa en prueba de T para tratamiento de cobertura vegetal en un 0.87, siendo superior para el control de malezas en cultivo de plátano.

La incorporación de abono verde ocasiono un leve incremento o mantenimiento estable en el pH del suelo.

El uso de abono verde aumento el contenido de materia orgánica del suelo y mejoro la capacidad para retener e intercambiar cationes y ponerlos a disponibilidad de la planta.

La relación C/N con un promedio de 11.5 indica una relación adecuada que favorece la mineralización del nitrógeno.

La relación Beneficio/costo es mayor para tratamiento con Canavalia ensiformis que por cada dólar invertido obtiene \$ 0.71 a diferencia del tratamiento del agricultor que es de \$ 0.68

En gira de campo el 100% de los productores aceptan la tecnología propuesta del uso de Canavalia ensiformis como cobertura vegetal en plátano por sus múltiples beneficios ambientales y por mejora la fertilidad natural del suelo.

RECOMENDACIONES

Promover el Uso de cobertura vegetal en plátano para control de malezas y mejorar el contenido de M O de los suelos.

Dejar más tiempo la cobertura en material fresco para que siga compitiendo con las malezas y mejorar gradualmente la fertilidad natural del suelo.

LITERATURA CONSULTADA

Beltran M, 2005. Sistemas de labranza, incorporación de abono verde y recuperación de la fertilidad en un Yermosol haplico. *Terra latinoamericana* 23: 381-387.

Cáceres, et al. 1995. *Canavalia ensiformis*, leguminosa forrajera promisoría para la agricultura tropical. *Pastos y forrajes*, Vol. 8. Cuba.

Carvalho, 2000. Manejo del suelo y coberturas vegetales en frutales. Experiencias en cítricos y papaya en Brasil. EMBRAPA, Brasil, bol. Técnico 84.

CENTA, 2011. Guía técnica del cultivo del plátano. Programa MAG-CENTA-FRUTALES, San Andrés, El Salvador.

FHIA, 2003. Curso corto: Producción de plátano para mercado Interno y externo. La Lima, Cortes, Honduras.

Fontana, L. 2014. Efecto de la utilización de leguminosas como abono verde sobre las condiciones del suelo y la productividad de cultivos subsiguientes. Tesis, Universidad Nacional de Cordova, Argentina.

Janzen H and Kucey R.M.N. 1988. Nand S mineralization of crops residues as influenced by crop species and nutrient regime. *Plan soil* 106:35-41.

RODRIGUEZ CM, GUERRERO BM, 2002. El cultivo de plátano. Guía técnica 4. CENTA, El Salvador.

Rubio, J.M. 2006. Efecto de *Canavalia*, *Dolichos*, *Macuma* y *Cowpea* en la población de coyolillo (*Cyperus rotundus*), insecto, nematodos y fertilidad del suelo. Tesis, Zamorano, Honduras.



DINAMICA POBLACIONAL Y ENEMIGOS NATURALES DE *Diaphorina citri*

Gilmar Mauricio Mejía Calderón¹²

RESUMEN

La investigación se realizó para obtener información de distribución de enemigos naturales y *Diaphorina citri*, en zonas cítricas de El Salvador y su comportamiento poblacional, durante el período de junio 2015 - agosto 2017 en los municipios de San Juan Opico; San Pedro Nonualco; Candelaria y Santa María Ostuma. Se realizaron registros quincenales de adultos de *Diaphorina* en trampas amarillas, así como la presencia de huevos, ninfas, adultos y enemigos naturales. Las poblaciones del psílido se presentaron durante todo el periodo de estudio, poblaciones de ninfas arriba de 300 individuos, seguido de huevos 230, adultos en brotes 80 y en mininos promedios adultos en trampa, esto de junio a diciembre del 2015 el pico poblacional se ubicó en agosto; en 2016 el pico poblacional fue en julio con un promedio arriba de 315 individuos de huevos y ninfas y 70 adultos en brotes y en 2017 se tuvo en enero un promedio elevado de las poblaciones de cerca de 400 individuos que fue decreciendo, pero que en julio fue incrementándose hasta agosto arriba de 800 individuos en promedio, siendo estos meses donde mayormente se reportó. La época de mayor presencia fue la lluviosa en los meses de julio, agosto y septiembre, momento en que los cítricos están en brotación. Se identificó cinco enemigos naturales *Cycloneda sanguinea*, *Chilocorus cacti*, *Hyperaspis* sp, *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp., todos con función depredadora.

Palabras claves: *Diaphorina citri*, Psílido, Enemigos naturales y Trampas amarilla

¹²Ing. Agrónomo, Gilmar M. Mejía Calderón. Programa Frutales. CENITA. El Salvador. gilmarcalderon@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos presenta a nivel nacional un área de 11, 751 hectáreas y se ubica en la quinta posición de la importación de frutas tropicales, con 34,642,792 kg, equivalente a un valor anual de US \$ 1,763,506.88 (Dirección General de Economía Agropecuaria, MAG 2015-2016). Uno de los cítricos que más se demanda es la naranja, siendo el origen de las importaciones Honduras en un 99% con 22,677 miles de toneladas (División de Agronegocios, 2011).

Según información de la DGEA, MAG (2015) se han exportado cítricos como: mandarina, naranja, toronja y limón, siendo este último con US \$ 375,028.50 el que mayormente se ha exportado a países como: Canadá, Costa Rica, Estados Unidos, y Nicaragua. A pesar que estas exportaciones son mínimas, contribuyen a la economía del país.

Los cítricos son originarios de regiones subtropicales y tropicales de Asia, y a través del tiempo se fueron expandiendo alrededor del mundo.

El cultivo de cítricos se produce perfectamente en nuestro país, ubicándose las plantaciones más representativas en San Juan Opico, Cojutepeque, Santa María Ostuma, San Pedro Nonualco, y en Sonsonate (Mejía G; García J.M 2014)

Estos son atacados por agentes causales de enfermedades y sus respectivos vectores en la citricultura regional, son causa de preocupación para los productores, agroindustriales y autoridades sanitarias gubernamentales quienes ven con urgencia la necesidad de tomar acciones que permitan el control, erradicación o impedir el ingreso de las amenazas fitosanitarias, especialmente aquellas que puedan causar epidemias en la región y por ende, acabar con la citricultura regional.

La presencia de patógenos se ha diseminado en la región, son causantes de grandes amenazas, como son la Tristeza de los Cítricos, la Clorosis Variegada, la Leprosis, y últimamente el Huanglongbing que es una de las principales amenazas por su severidad de afectación en las plantaciones cítricas. (Vanegas M. 2012)

Huanglongbing (HLB), es considerada internacionalmente como la enfermedad más destructiva de los cítricos. En los últimos 12 años ha mostrado un preocupante avance en todas las zonas citrícolas del mundo y especialmente sobre el continente americano, provocando la pérdida dramática de cultivos en poco tiempo. En los últimos 6 años ha mostrado un preocupante avance sobre nuestro continente (Brasil, Estados Unidos, Cuba, México, Belice, Nicaragua, Honduras y República Dominicana), provocando una pérdida importante en la producción en poco tiempo (COSAVE 2017).

Diaphorina citri es el vector del HLB, tiene preferencia por la familia de las Rutáceas. Afecta especialmente a los cítricos, entre ellos, limones, naranjas, pomelo y limas. También existen hospederos alternativos, siendo sus preferidos los del género *Murraya spp.* (García Darderes 2009).

Como se ha hecho referencia el (HLB) es la enfermedad más devastadora de los cítricos, pero El Salvador es el único país de la región que no reporta la enfermedad, pero si el insecto vector *Diaphorina citri*.

Actualmente se presenta la problemática que no se conoce su distribución y comportamiento, por no tener definida su dinámica poblacional y se desconoce en que zonas cítricas y época es mayor o menor su presencia, sumado a esto no se cuenta con un registro de enemigos naturales para dicho vector.

Por ello se consideró importante realizar este estudio y se tuvo por objetivos determinar la presencia y época de *Diaphorina citri* e identificar sus tipos de enemigos naturales y así contar con información que proporcionará datos para realizar control sobre el vector e investigaciones a futuro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de investigación se realizó de junio de 2015 - agosto de 2017, en cuatro localidades, teniendo cinco plantaciones en estudio, las cuales se presentan a continuación con sus respectivas georeferenciación y alturas sobre el nivel del mar.

Cuadro 1. Ubicación de las parcelas.

Cantón	Municipio	Departamento	Coordenadas	Altura	Cultivo
San Nicolás	San Juan Opico	La Libertad	N 13°54'33.13" W 89°21'27.73"	490 msnm	Limón
La Comunidad	San Pedro Nonualco	La Paz	N 13°36'01.36" W 88°56'13.79"	582 msnm	Naranja
La Ceiba	Candelaria	Cuscatlán	N 13°41'02.88" W 88°57'11.16"	696 msnm	Mandarina
El Transito	Santa María Ostuma	La Paz	N 13°37'27.04" W 88°55'29.13"	708 msnm	Naranja
San Antonio	Santa María Ostuma	La Paz	N 13° 37'08.82" W 88° 55'28.76"	717 msnm	Limón

La investigación se realizó en el cultivo de cítricos (limón, mandarina y naranja) en plantaciones adultas de fincas de productores. En las cuales se buscaba obtener información de la presencia y comportamiento poblacional de *Diaphorina citri* insecto vector Huanglongbing (HLB) y la distribución de enemigos naturales para este.

Cuadro 2. Condiciones climáticas como promedio anual de las localidades.

Localidad	Altura msnm	pp mm	T° X °C	HR %
San Juan Opico	490	1500	24.7	76
San Pedro Nonualco	582	1600	24.3	80
Candelaria	696	1650	24.5	77
Santa María Ostuma	708	1600	24.3	80
Santa María Ostuma	717	1600	24.3	80

Fuente: SNET

Para mayor referencia geográfica de la ubicación de las cinco parcelas se presenta el siguiente mapa con sus respectivos puntos georeferenciados.



Fig. 1. Mapa de El Salvador con las localidades en estudio.

La investigación estuvo constituida por dos estudios el primero de dinámica poblacional del insecto vector del HLB *Diaphorina citri*, y el segundo que la complementó, trató sobre la identificación de enemigos naturales para dicho insecto.

Se realizó en cinco plantaciones ya establecidas de cítricos (limón, mandarina y naranja), durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo, en las zonas más comerciales y

representativas del cultivo en el país comprendido en los municipios de San Juan Opico, departamento de La Libertad; Candelaria, departamento de Cuscatlán; San Pedro Nonualco y Santa María Ostuma departamento de La Paz.

La investigación se realizó en dos fases o sub actividades:

FASE DE CAMPO: En cada parcela del productor se realizó un pre-diagnóstico en el cual se tuvo un parámetro de la presencia del insecto vector *Diaphorina citri*, y los diferentes enemigos naturales tomando en cuenta la época de toma de muestra.

Recolección de las muestras de dinámica poblacional: Se seleccionaron e identificaron cuatro árboles de forma sistemática en cada plantación, estos ubicados en cada uno de los puntos cardinales, a dichos árboles se le colectaron 20 muestras de follaje (de preferencia brotes) para obtener la población del insecto vector en sus diferentes estadios (huevos, ninfas y adultos) también se colocaron trampas de color amarillo para conocer la población de adultos únicamente; por que las ninfas no tienen la facultad de poder desplazarse. Fueron ubicadas como lo demanda el protocolo de vigilancia fitosanitaria para el tema de Huanglongbing de los cítricos (fig. 2), el cual dice que si la plantación es menor a 4 ha, únicamente se deben de colocar cuatro trampas en el lugar; como fue el caso de las plantaciones en las que se hizo este estudio.

Cabe mencionar que las muestras de brotes se colectaban cada 15 días en las plantaciones; las trampas se colectaban y colocaban nuevamente en el mismo intervalo de tiempo; lo anterior se efectuó tanto en la época seca como lluviosa.

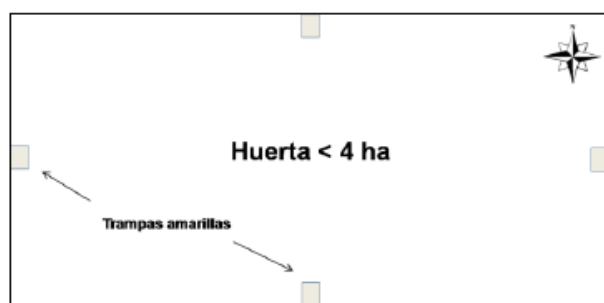


Fig. 2 Colocación de trampas amarillas, cuya superficie es menor a 4 ha (una trampa por cada punto cardinal) independiente el tamaño y forma de la huerta.

Las 20 muestras de follaje colectadas o brotes por árbol procedentes de cada uno de los puntos cardinales de este, se envolvieron en papel periódico y se colocaron dentro de bolsas plásticas con sus respectivos datos de identificación (cultivo, edad del árbol, etapa fenológica al momento de la toma de muestra, fecha, número de muestra y localidad) en el caso de las trampas amarillas estas poseían pegamento, para que los adultos sean atraídos y atrapados, estas eran en cuadrícula y de doble cara por lo que se pudo utilizar una misma trampa dos veces; también contaban con su respectiva identificación como fecha y localidad.

Tanto los brotes como las trampas se transportaron al laboratorio de Parasitología Vegetal de CENTA para sus respectivos conteos e identificación de los estadios, con la ayuda de un microscopio estereoscópico.

Recolección de las muestras de enemigos naturales: el muestreo de enemigos naturales de *Diaphorina citri* fue en los mismos árboles donde se obtuvo la población del insecto vector, los insectos colectados se conservaron en frascos de plástico con alcohol etílico al 70 %, con la finalidad de confirmar su identificación en laboratorio.

El equipo utilizado en esta etapa fue: lupas, red entomológica, frascos de plástico, tijeras de podar entre otros.

FASE DE LABORATORIO: Una vez las muestras obtenidas de brotes y trampas para el estudio se encontraron en el laboratorio, se tomaron fotografías de los síntomas de daño por el insecto vector, posterior a ello se observaron en microscopio – estereoscopio, para la identificación del insecto en sus diferentes estadios (huevo, ninfas y adulto) que se encontraron presentes en la muestra; con el apoyo de personal técnico de laboratorio, ficha técnica del insecto y literatura consultada en Internet.

Como procedimiento a seguir se realizó un conteo de los adultos por trampa y para las muestras de follaje se separaron los huevos, ninfas de los adultos, para obtener la población por brote.

Para la identificación de los enemigos naturales, se examinaron los brotes y las trampas bajo un microscopio – estereoscopio y un microscopio compuesto para la búsqueda de depredadores y ninfas parasitadas de *Diaphorina citri*.

Los diferentes enemigos naturales encontrados en las muestras fueron debidamente identificados con ayuda de personal técnico del laboratorio, claves taxonómicas y se contabilizaron.

Hubo brotes que contenían huevos y ninfas, estos se colocaron en cajas petri y/o cámaras de cría, para conservarlos por espacio de 15 días y esperar la posible emergencia de parasitoides e hiperparasitoides. Las muestras se revisan periódicamente para encontrar posibles parasitoides emergidos.

Método estadístico

Por el carácter de la investigación no se contó con un diseño estadístico, pero si con un diseño muestral descrito anteriormente en donde se explicaba sobre la distribución de las plantaciones, visita y toma de muestras.

Las variables evaluadas fueron:

- Población (huevos, ninfas y adultos) en brotes.
- Población (adultos) en trampas.
- Identificación y tipo de enemigos naturales encontrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de limón para el periodo de junio a diciembre de 2015 en el municipio de San Juan Opico fue el siguiente: En el mes de junio se registró la presencia de los tres estadios del insecto, en julio continuaron, pero aumentaron en número con más de 100 individuos para huevos y ninfas, y más de 50 para adultos en los brotes. Para el mes de agosto se presentó la mayor cantidad de huevos y ninfas registradas en el año con 306 y 379 respectivamente, adultos en brotes incremento su población a 101 individuos y adultos en trampa 5. En septiembre hubo una disminución de la población manteniéndose alrededor de 100 individuos por estadio del insecto. Pero comenzó a decrecer en los meses de octubre, noviembre y diciembre, meses en los cuales coincide en que no hay formación de brotes nuevos, que es donde está plaga se alimenta; razón por la cual su población en los diferentes estadios del insecto baja por no tener mucho alimento.

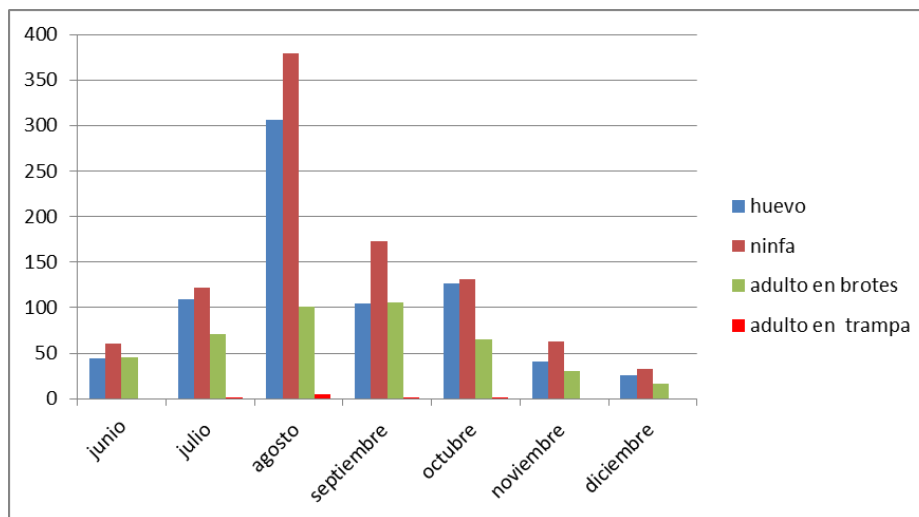


Fig. 3. Población de *Diaphorina citri* en cultivo de limón de junio a diciembre 2015 en la localidad de San Juan Opico.

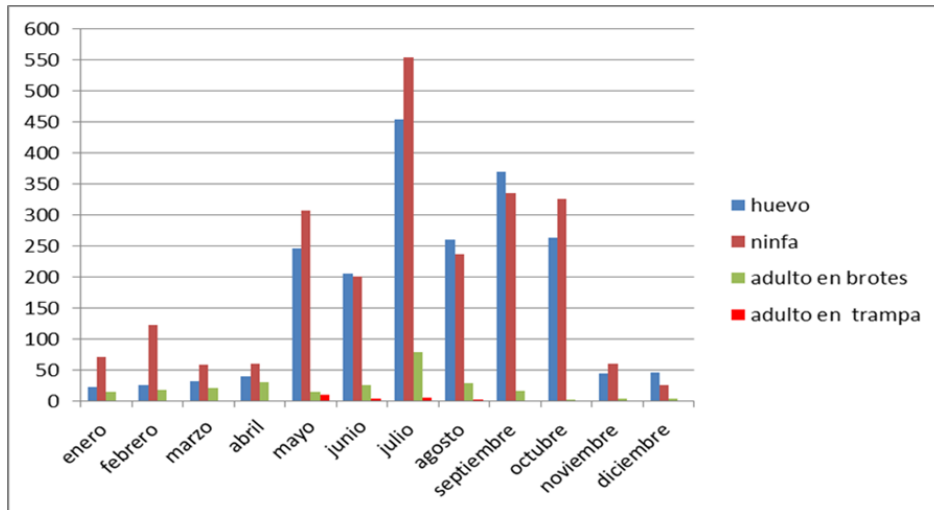


Fig. 4. Población de *Diaphorina citri* en limón año 2016 en la localidad de San Juan Opico.

En el Año 2016 el comportamiento del insecto fue un poco diferente al 2015, se tuvo presencia en todo el año, pero no en las mismas cantidades de individuos, ya que de enero al mes de abril se registró un bajo comportamiento. Esto cambió en el mes de mayo en el cual hubo un aumento del insecto en todos sus estadios y en adultos en trampa llegando a un total de 578 individuos. La presencia continuó en junio pero con total de población menor (435 individuos), en julio se registró el pico poblacional con 453 huevos, 554 ninfas, 78 adultos en brote y 5 adultos en trampa; mes en que existe mucha brotación en el cultivo. De los meses de agosto a diciembre hubo población del insecto pero en disminución, en comparación al mes de julio, pero con respecto a los meses de la época seca siempre se mantuvo en mayor cantidad la población en época lluviosa.

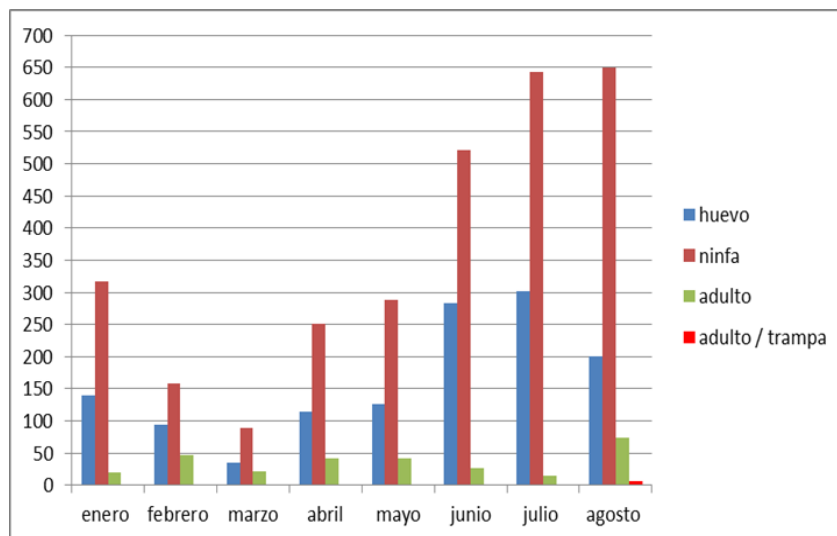


Fig. 5. Población de *Diaphorina citri* en limón de enero a agosto 2017 en la localidad de San Juan Opico

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de limón para el periodo de enero a agosto de 2017 en el municipio de San Juan Opico fue el siguiente: Se tuvo presencia del insecto en sus diferentes estadíos durante todo el año, siendo los estadíos de huevo y ninfa los que mayor mente se presentaron. En el mes de enero se registró 139 huevos, 317 ninfas, 20 adultos en brotes y 1 adulto en trampa; comportamiento que para los meses de febrero, marzo, abril y mayo fue menor, no así para junio que la población de individuos aumento en comparación con enero y continuo así registrando su mayor cantidad poblacional en los meses de julio y agosto con 301 huevos, 1043 ninfas y 14 adultos en brotes. Para el mes de agosto se contabilizaron 200 huevos, 1049 ninfas, 74 adultos en brotes y 7 adultos en trampa meses en los cuales el árbol esta en brotación, de la cual el insecto prefiere en su hábito alimenticio; se destaca el hecho que durante todo el año la mayor presencia fue de ninfas.

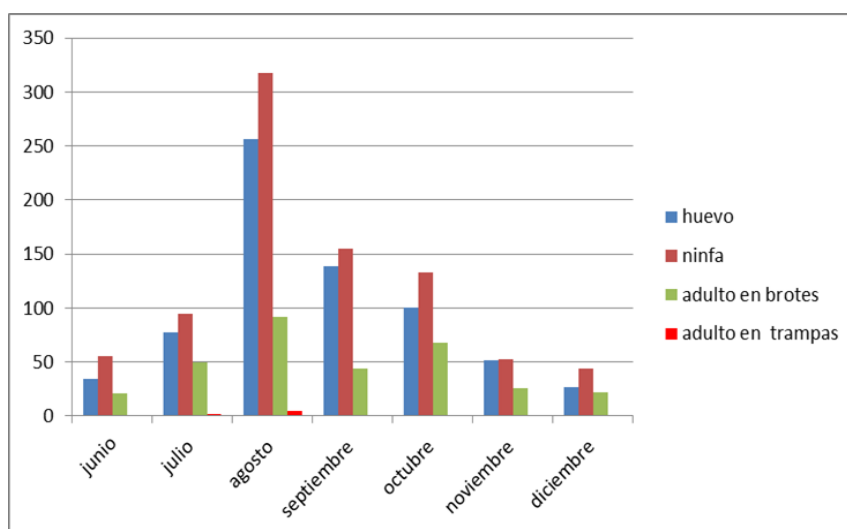


Fig. 6. Población de *Diaphorina citri* en mandarina de junio a diciembre 2015 en la localidad de Candelaria

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de mandarina para el periodo de junio a diciembre de 2015 en Candelaria, departamento de Cuscatlán fue el siguiente: Se encontró presencia de los estadíos del insecto en todos los meses, donde en junio y julio comenzó aparecer con una población total de 111 individuos y 224 individuos respectivamente en los meses mencionados. En agosto se presentó su pico poblacional con 256 huevos, 318 ninfas, 92 adultos en brotes y 5 adultos en trampa, comportamiento que disminuyo en septiembre con 139 huevos, 155 ninfas, 44 adultos en brotes pero aun así fue el segundo mes en el que se registró el mayor número de poblaciones, seguido de octubre con 100 huevos, 133 ninfas y 68 adultos en brotes. Noviembre y diciembre se tiene una bajada drástica, se tuvo el menor número de individuos tanto para huevos, ninfas y adultos en brotes y trampas. Comportamiento que es normal y lógico debido a que en esos meses el insecto no tiene mucho alimento porque el árbol de mandarina no tiene brotes nuevos.

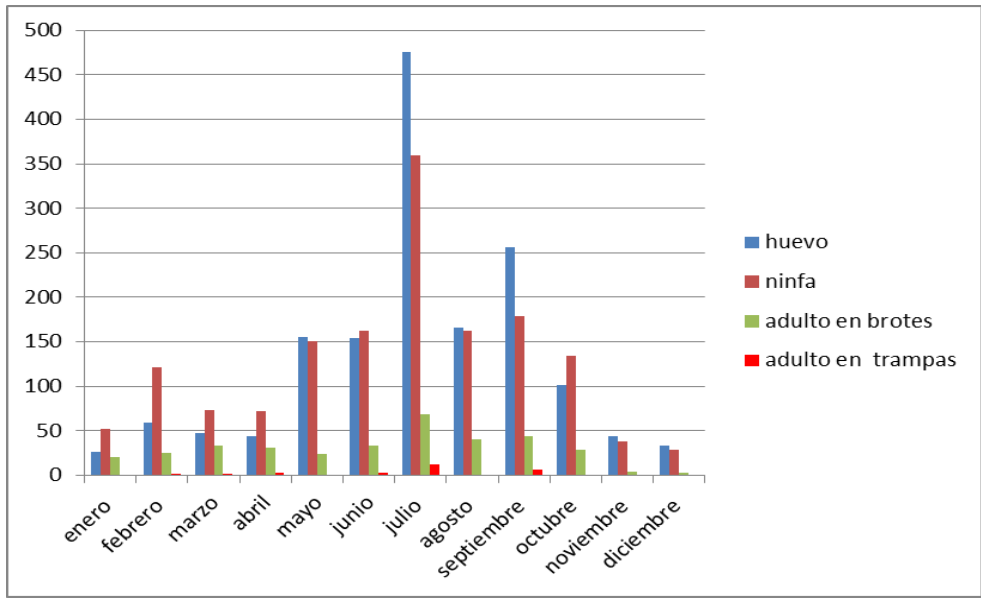


Fig. 7. Población de *Diaphorina citri* en mandarina año 2016 en la localidad de Candelaria.

Con respecto al año 2016 en la localidad de Candelaria y en el cultivo de mandarina la frecuencia con que apareció el insecto *Diaphorina citri*, fue la siguiente: se tuvo presencia de huevos, ninfas y adultos durante todo el año, pero no en las mismas cantidades de individuos, porque en el mes de julio se registró la mayor población con 476 huevos, 360 ninfas, 69 adultos en brote y 12 adultos en trampa, comportamiento que disminuyó drásticamente en un 50% en el mes de agosto. En septiembre registro un leve aumento siendo el segundo mes de mayor población del insecto. En octubre continuo disminuyendo la población comportamiento que siguió hasta noviembre y diciembre; lo cual se entiende por qué el árbol esta en cosecha y no hay brotación que es lo que busca la el insecto.

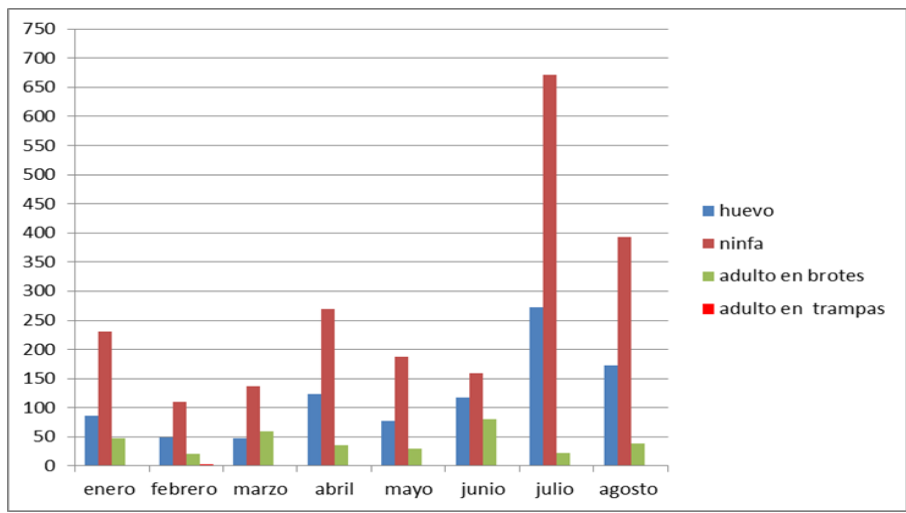


Fig. 8. Población de *Diaphorina citri* en mandarina de enero a agosto 2017 en la localidad de Candelaria.

En el año 2017 las poblaciones de *Diaphorina citri* tuvieron un comportamiento un poco diferente al año 2016, donde esta fue el doble y las ninfas son las que se encontraron en mayor cantidad en todos los meses; siendo el mes de julio donde se registró la mayor población con 671 y 272 huevos, comportamiento que continuo en agosto pero en menor número. Es importante mencionar el hecho que en estos meses el árbol esta con mayor brotación.

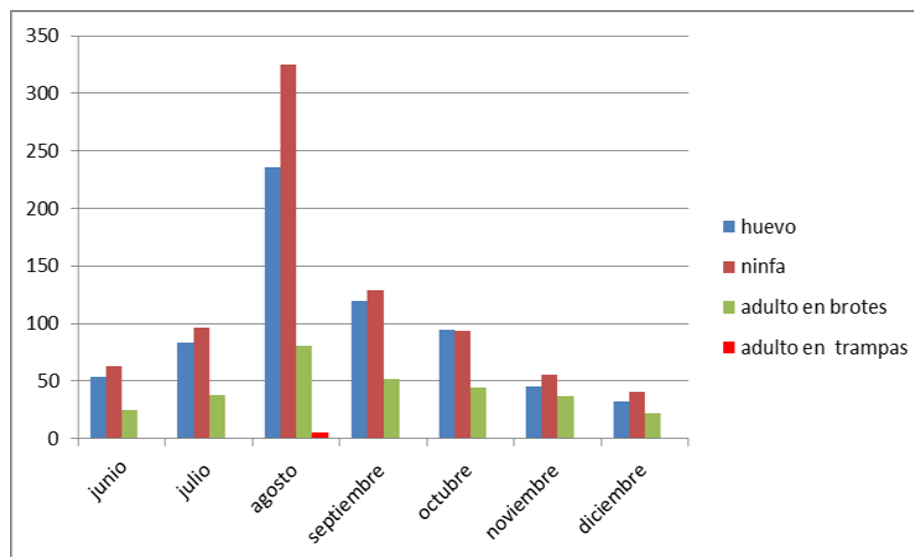


Fig. 9. Población de *Diaphorina citri* en naranja de junio a diciembre 2015 en la localidad de San Pedro Nonualco.

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de naranja para el periodo de junio a diciembre de 2015 en San Pedro Nonualco, departamento de La Paz fue el siguiente: En el mes de julio, las poblaciones de ninfas, huevos y adultos (en brotes) de *Diaphorina* se incrementan casi en 50%, con casi 100 individuos para huevos y ninfas y en 25% para adultos en los brotes; obteniéndose para el mes de agosto las poblaciones más altas, con 236 huevos, 325 ninfas, 81 adultos en brotes y 5 adultos en trampa. Para el mes de septiembre la población de *Diaphorina* disminuyó en un 50%, luego en los meses de octubre, noviembre y diciembre, esta decreció; meses en los cuales coincide en que no hay formación de brotes nuevos, que es donde el insecto se alimenta, razón por la cual su población en los diferentes estadios del insecto baja por no tener mucho alimento.

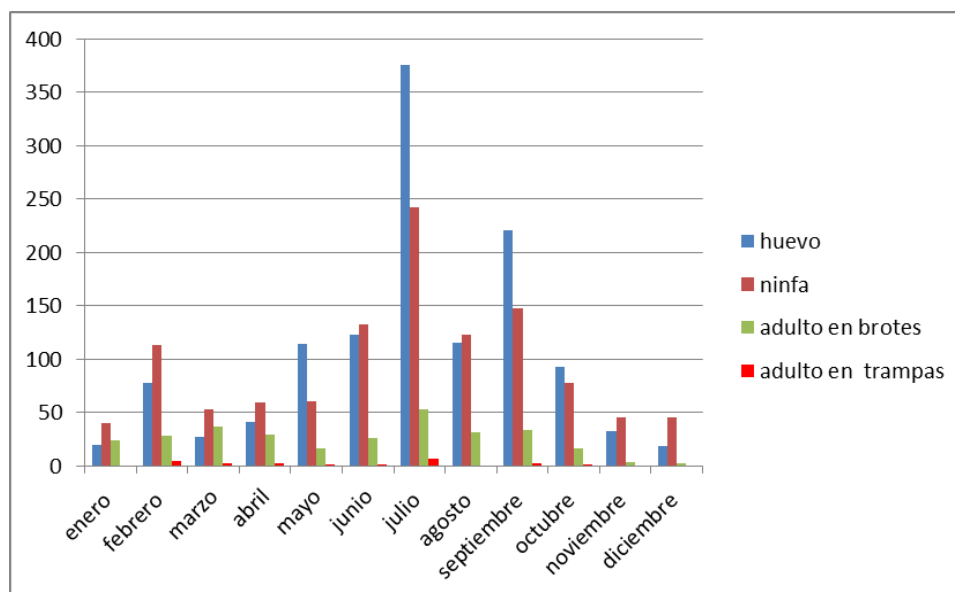


Fig. 10. Población de *Diaphorina citri* en naranja año 2016 en la localidad de San Pedro Nonualco.

Con respecto al año 2016 el cultivo de naranja tuvo presencia de huevos, ninfas y adultos durante todo el año, pero no en las mismas cantidades de individuos. En el mes de julio se registró la mayor población con 375 huevos, 242 ninfas, 53 adultos en brote y 7 adultos en trampa, comportamiento que disminuyó drásticamente en un 50% en el mes de agosto. En septiembre registró un leve crecimiento siendo el segundo mes de mayor población del insecto, específicamente de huevos. En octubre continuó disminuyendo la población, comportamiento que siguió hasta noviembre y diciembre; lo cual se entiende por qué el árbol está en cosecha y no hay brotación, que es lo que busca el insecto.

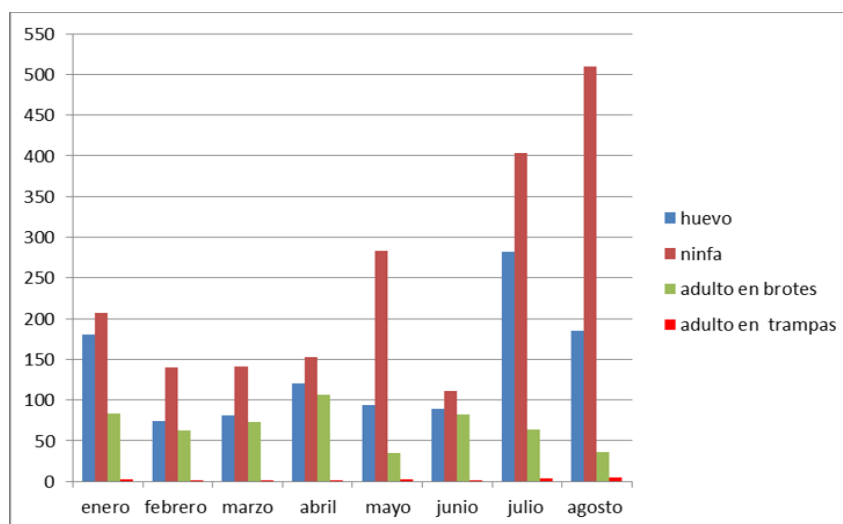


Fig. 11. Población de *Diaphorina citri* en naranja de enero a agosto 2017 en la localidad de San Pedro Nonualco.

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de naranja para el periodo de enero a agosto de 2017 en el municipio de San Pedro Nonualco fue: Se tuvo presencia del insecto en sus diferentes estadios durante todo el año, siendo los estadios de huevo y ninfa los que mayor mente se presentaron. En el mes de mayo se tuvo un incremento casi en 50% con respecto a los meses anteriores, comportamiento que para el mes de junio decreció a un promedio de 100 individuos por estadio, pero que en el mes de julio volvió a crecer y continuo hasta agosto, siendo este mes donde se presentó la mayor población con 185 huevos, 510 ninfas, 36 adultos en brotes y 5 adultos en trampa. Julio y agosto son meses en los cuales el árbol esta en brotación de la cual el insecto prefiere en sus hábitos alimenticios; se destaca el hecho que durante todo el año la mayor presencia fue de ninfas.

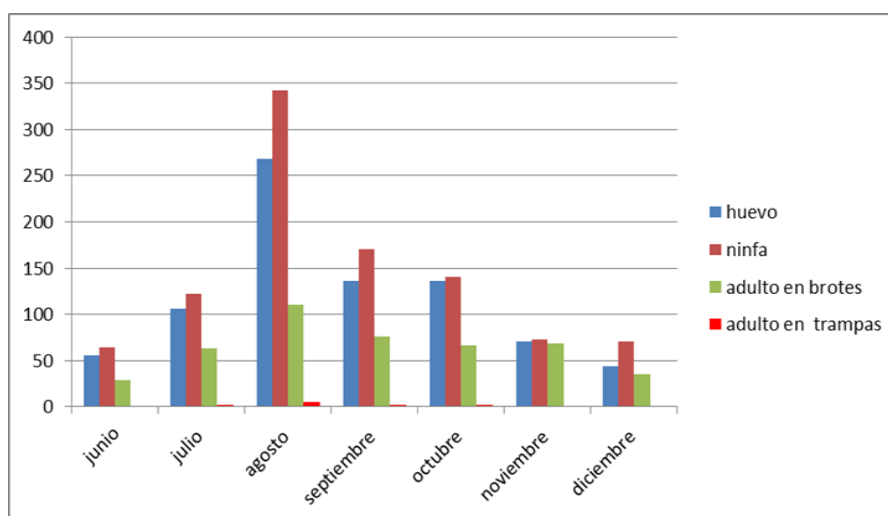


Fig. 12. Población de *Diaphorina citri* en limón de junio a diciembre 2015 en la localidad de Santa María Ostuma.

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de limón para el periodo de junio a diciembre de 2015 en Santa María Ostuma, departamento de La Paz fue el siguiente: En el mes de julio, las poblaciones de ninfas, huevos y adultos (en brotes) de *Diaphorina* se incrementan casi en brotes; obteniéndose para el mes de agosto las poblaciones más altas, con 268 huevos, 342 ninfas, 110 adultos en brotes y 5 adultos en trampa. Para el mes de septiembre la población de *Diaphorina* disminuyo en 50%, luego se mantuvo así en el mes octubre, para de crecer en noviembre y diciembre esta decreció, meses en los cuales coincide en que no hay formación de brotes nuevos, que es donde el insecto se alimenta; razón por la cual su población en los diferentes estadios del insecto baja por no tener mucho alimento.

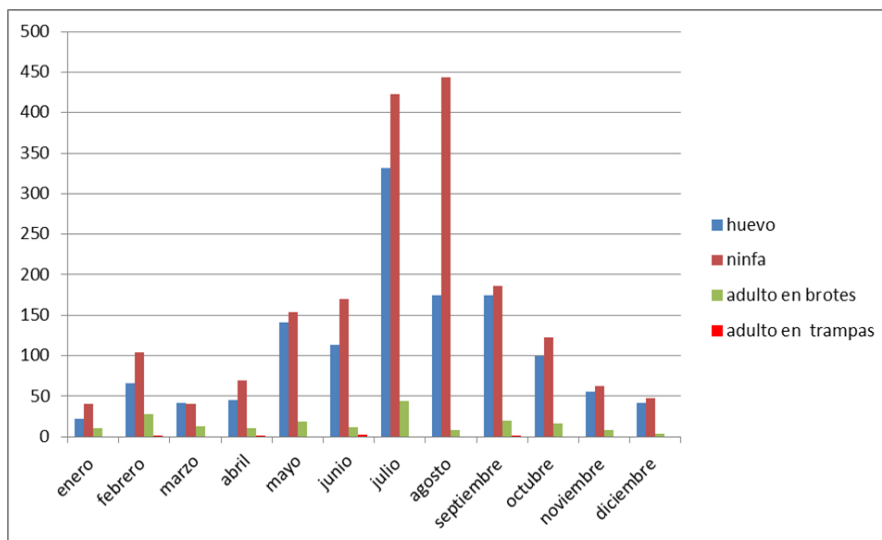


Fig. 13. Población de *Diaphorina citri* en limón año 2016 en la localidad de Santa María Ostuma.

En el Año 2016 el comportamiento del insecto fue un poco diferente al 2015, se tuvo presencia en todo el año, pero no en las mismas cantidades de individuos, ya que de enero al mes de abril se registró bajo comportamiento; esto cambio en el mes de mayo, donde hubo un aumento en la presencia del insecto en todos sus estadíos que se mantuvo en junio, pero en julio se registró el pico poblacional en el año con 331 huevos, 423 ninfas, 44 adultos en brote mes en que existe mucha brotación en el cultivo. En agosto se mantuvo alta la población de ninfas específicamente con 444 individuos no así en huevos con 174 y adultos en brotes con 8 que decreció. Este comportamiento se mantuvo en los meses de septiembre y octubre hasta registrar sus mínimas poblaciones en noviembre y diciembre, meses de poca brotación en el árbol.

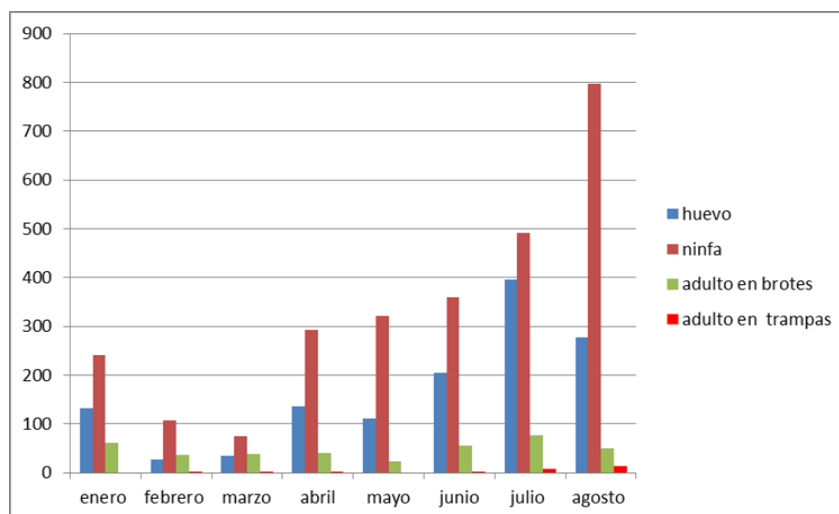


Fig. 14. Población de *Diaphorina citri* en limón de enero a agosto 2017 en la localidad de Santa María Ostuma

El comportamiento de *Diaphorina citri* para el periodo de enero a agosto de 2017 en el cultivo de limón en Santa María Ostuma. Se tuvo presencia del insecto en sus diferentes estadios durante todos los meses, siendo los estadios de huevo y ninfa los que mayormente se presentaron; en el mes de abril donde se tuvo un incremento casi en 50% con respecto a los meses anteriores a este, comportamiento que para los meses de mayo y junio se mantuvo a un promedio de 200 individuos para huevo y 300 individuos para ninfa, pero que en el mes de julio creció y continuó hasta agosto siendo este mes donde se presentó la mayor población de ninfas con 798, no así para huevo y adultos en brotes que fue menor a julio. Los meses de junio, julio y agosto son meses en los cuales el árbol esta en floración y mucha brotación de la cual el insecto prefiere en sus hábitos alimenticios.

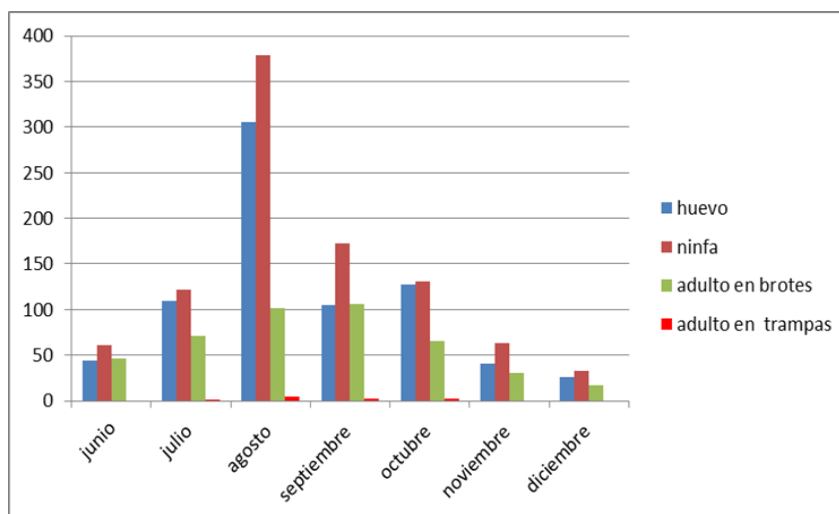


Fig. 15. Población de *Diaphorina citri* en naranja de junio a diciembre 2015 en la localidad de Santa María Ostuma.

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de naranja para el periodo de junio a diciembre de 2015 en Santa María Ostuma, departamento de La Paz fue el siguiente. En el mes de julio, las poblaciones de ninfas, huevos y adultos (en brotes) de *Diaphorina* Se incrementan casi en un 50%, con casi 100 individuos para huevos y ninfas y en un 25% para adultos en los brotes; obteniéndose para el mes de agosto las poblaciones más altas, con 306 huevos, 379 ninfas, 101 adultos en brotes y 5 adultos en trampa. Para el mes de septiembre la población de *Diaphorina* disminuyó en un 50%, se mantuvo así en octubre, luego en los meses de noviembre y diciembre, esta decreció meses en los cuales coincide en que no hay formación de brotes nuevos, que es donde el insecto se alimenta, razón por la cual su población en los diferentes estadios del insecto baja por no tener mucho alimento.

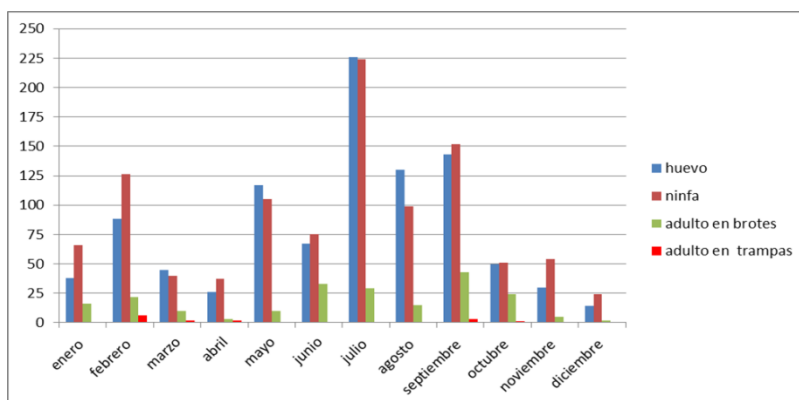


Fig. 16. Población de *Diaphorina citri* en naranja año 2016 en la localidad de Santa María Ostuma.

Con respecto al año 2016 el cultivo de naranja tuvo presencia de huevos, ninfas y adultos durante todo el año, pero no en las mismas cantidades de individuos, porque en el mes de julio se registró la mayor población con 226 huevos, 224 ninfas, 29 adultos en brote, comportamiento que disminuyó drásticamente en 50% en el mes de agosto, pero que en septiembre registro un leve crecimiento siendo el segundo mes de mayor población del insecto, tanto en huevos, ninfas y adultos. En octubre volvió a disminuir drásticamente, el comportamiento se mantuvo en noviembre y diciembre; lo cual se entiende por qué el árbol esta en cosecha y no hay brotación que es lo que busca el insecto.

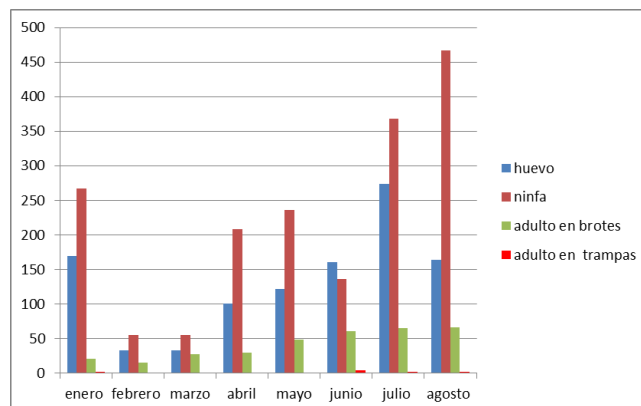


Fig. 17. Población de *Diaphorina citri* en naranja de enero a agosto 2017 en la localidad de Santa María Ostuma.

El comportamiento de *Diaphorina citri* en el cultivo de naranja para el periodo de enero a agosto de 2017 en el municipio de Santa María Ostuma fue el siguiente: Se tuvo presencia del insecto en sus diferentes estadios durante todo el año, siendo los estadios de huevo y ninfa los que mayormente se presentaron; en el mes de enero se registró 169 huevos, 267 ninfas, 21 adultos en brotes y 2 adultos en trampa; comportamiento que para los meses de febrero y marzo fue menor, pero que desde abril fue creciendo registrándose 274 huevos, 368 ninfas, 65 adultos en brotes y 2 adultos en trampa para el de julio y 164 huevos, 467 ninfas, 66 adultos en brotes y 2 adultos en trampa para el mes de agosto, meses

en los cuales el árbol esta en brotación, a lo cual el insecto prefiere en sus hábitos alimenticios; se destaca el hecho que durante todo el periodo del estudio la mayor presencia de ninfas fue en el mes de agosto.

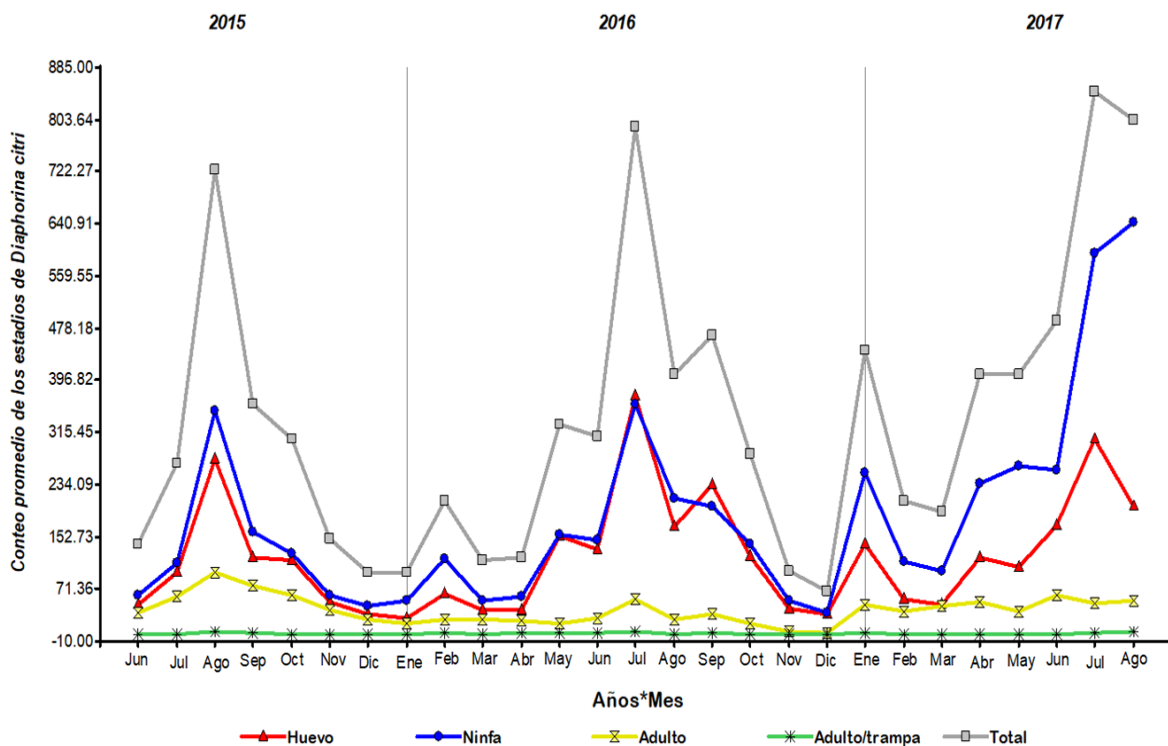


Fig. 18. Diagrama de puntos del conteo promedio de los estadios de *Diaphorina citri* por año

El grafico anterior muestra el comportamiento promedio de *Diaphorina citri* durante todo el tiempo del estudio, en el cual se observa que las mayores poblaciones fueron de ninfas, seguido de huevos, adultos en brotes y en mininos promedios el de adultos en trampa. Para el periodo de junio a diciembre del 2015 la mayor población se ubicó en agosto; en el año de 2016 fue en julio y en 2017 se tuvo a inicios de año (enero) un promedio elevado de las poblaciones que fue decreciendo, pero que el mes de julio fue incrementando hasta agosto; siendo estos meses donde mayormente se reportó. Como se observa el comportamiento del insecto es cambiante durante cada uno de los años, pero constante en los meses de mayor lluvia en el país en los cuales se tiene mayor brotación en el cultivo de cítricos, que es cuando se alimenta el insecto vector del Huanglongbing (HLB)

Cuadro 3. Enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados

Enemigo Natural	Orden	Familia	Tipo
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleóptera	Coccinellidae	Depredador
<i>Chilocorus cacti</i>	Coleóptera	Coccinellidae	Depredador
<i>Hyperaspis</i> sp	Coleóptera	Coccinellidae	Depredador
<i>Chrysoperla</i> sp	Neuróptera	Chrysopidae	Depredador
<i>Ceraeochrysa</i> sp	Neuróptera	Chrysopidae	Depredador

Para el año 2015, en el mes de junio, el registro de poblaciones de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en el cultivo de limón, se observó de la siguiente manera: *Cycloneda sanguinea* fue la especie con el mayor número de especímenes, seguido por *Ceraeochrysa* sp y *Chrysoperla* sp. Las especies de *Chilocorus cacti* fueron la de menor número de individuos registrados para este mes. No hubo presencia de especímenes de *Hyperaspis* sp. Todos los enemigos naturales pertenecientes al orden coleóptera, fueron identificados en el estado adulto.

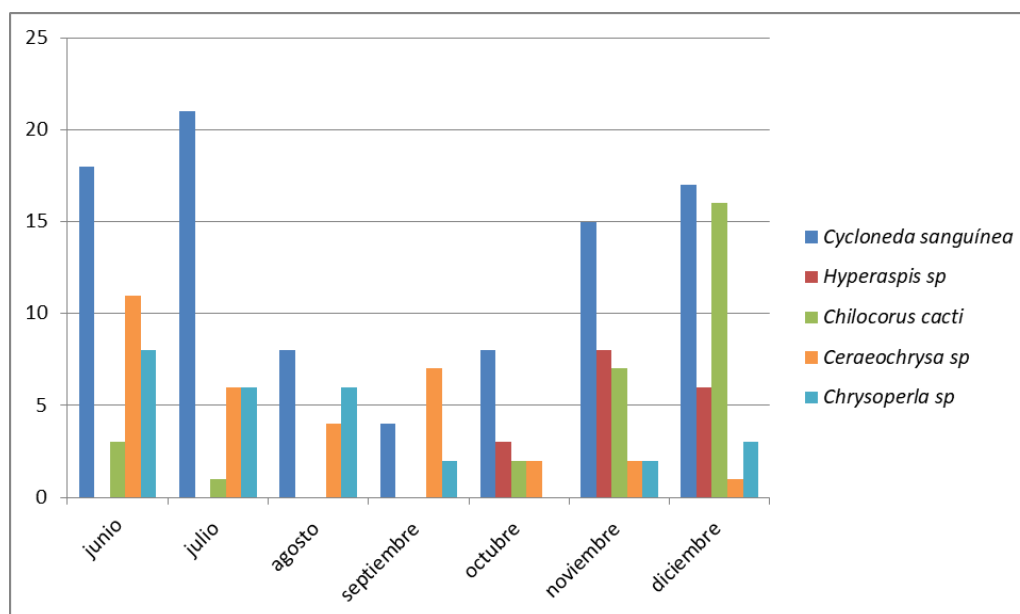


Fig. 19. Presencia de enemigos naturales de junio a diciembre 2015 en la localidad de Santa Juan Opico.

Para el mes de julio las poblaciones más altas de individuos, fue de la especie *Cycloneda sanguínea*, incrementado levemente su población con respecto al mes de junio, para la especies de *Chrysoperla* sp, *Ceraeochrysa* sp, *Hyperaspis* sp, se observa disminución de individuos con respecto al mes de junio, no hubo presencia de especímenes de *Hyperaspis* sp.

Los meses de agosto, septiembre y octubre registran una reducida cantidad de todas las especies mencionadas en este estudio.

En los meses de noviembre y diciembre se observa que se incrementa de nuevo la población de *Cycloneda sanguínea* e *Hyperaspis* sp.

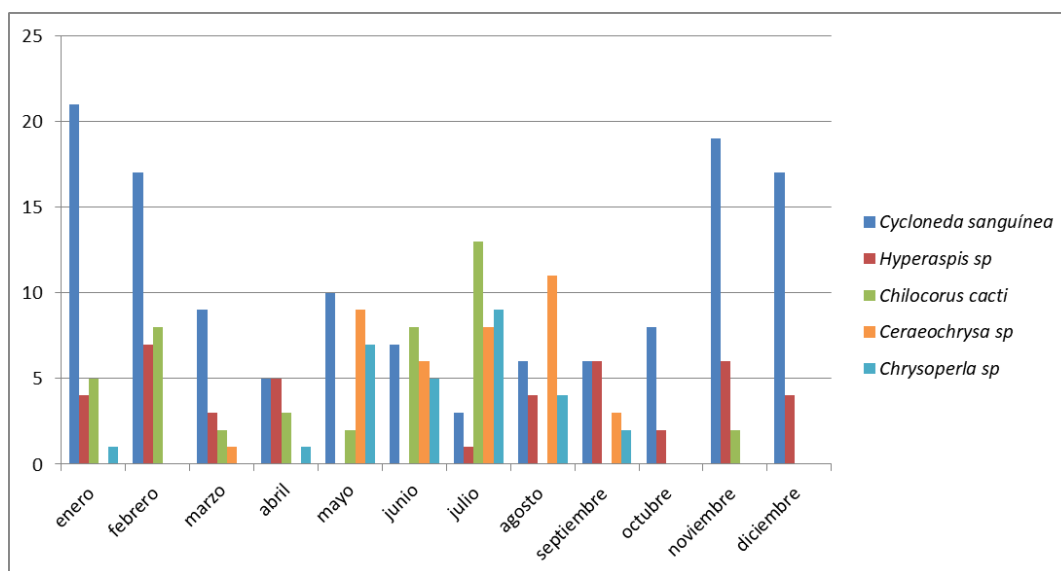


Fig. 20. Presencia de enemigos naturales en año 2016 en la localidad de Santa Juan Opico.

En El Año 2016 el comportamiento de los especímenes se distribuyó de la siguiente manera: En los meses de enero, febrero y marzo las especies predominantes fueron: *Cycloneda sanguínea* y *Chilocorus cacti*, coincidiendo con la tendencia registrada para el año 2015. Para el mes de abril no se obtuvo incremento de las poblaciones de enemigos naturales. En el mes de mayo las mayores poblaciones fueron para las especies de *Cycloneda sanguínea* y *Ceraeochrysa* sp. En junio y julio se registró un incremento de individuos de *Chrysoperla* sp, presentando una variación con respecto al año 2015 que para esa misma época hubo predominancia de *Cycloneda sanguínea*.

En el mes de agosto se obtuvo presencia de *Ceraeochrysa* sp, en septiembre los especímenes de mayor población fueron los de *Cycloneda sanguínea* e *Hyperaspis* sp. Para los meses de octubre y noviembre la mayor población de enemigo naturales fue para los especímenes de *Cycloneda sanguínea*, para estos meses las poblaciones de las otras especies fueron muy bajas a casi nulas.

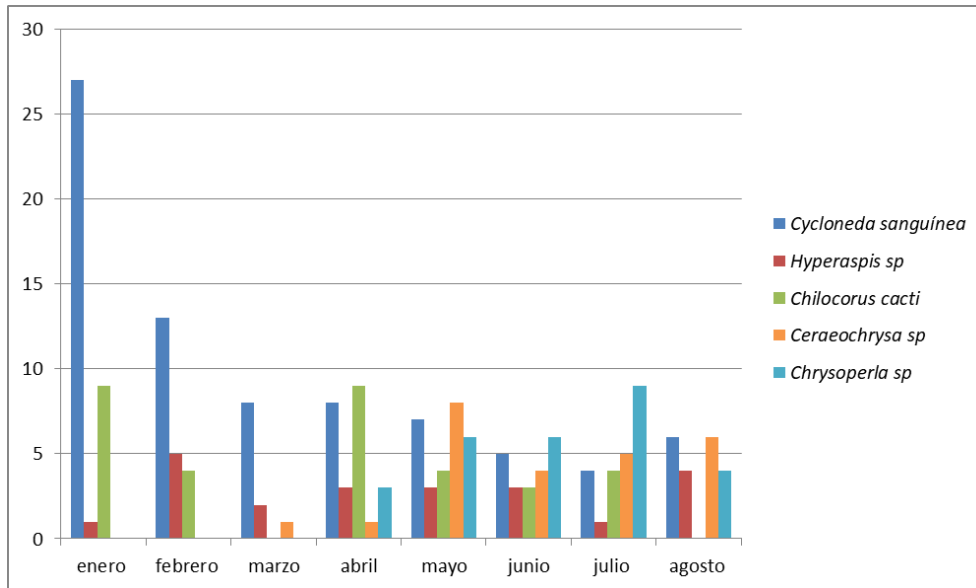


Fig. 21. Presencia de enemigos naturales de enero a agosto 2017 en la localidad de Santa Juan Opico.

Para el año 2017, en el mes de enero, febrero y marzo, el registro de poblaciones de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en el cultivo de limón se observó de la siguiente manera: *Cycloneda sanguinea* fue la especie con mayor número de especímenes, seguidos por *Chilocorus cacti*. Las especies de *Chrysoperla sp*, *Hyperaspis sp* y *Ceraeochrysa sp*, fueron los de menor número de individuos registrados para este mes. Para el mes de abril se observa que las poblaciones de enemigos naturales se mantiene en poblaciones bajas pero los de mayor población de individuos es para las especies de *Cycloneda sanguinea*, *Chrysoperla sp* y *Chilocorus cacti*.

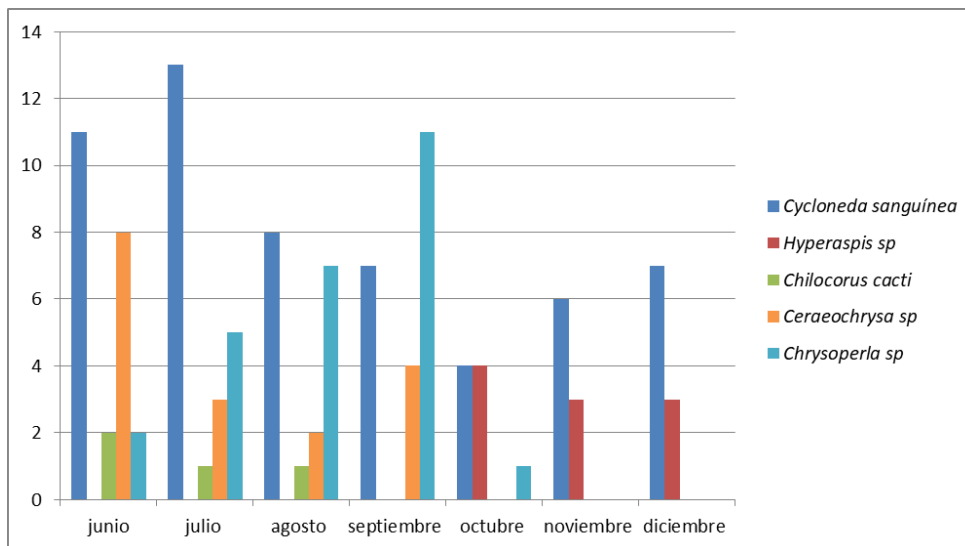


Fig. 22. Presencia de enemigos naturales de junio a diciembre 2015 en la localidad de Candelaria

Para el año 2015, en el mes de Junio, el registro de poblaciones de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en cultivo de mandarina, se observó de la siguiente manera: *Cycloneda sanguinea* y *Ceraeochrysa* sp, fueron las especies con mayor número de especímenes, seguidos por *Chrysoperla* y *Chilocorus cacti*. Para el caso de *Hyperaspis* sp no se registró presencia.

Para el mes de julio las poblaciones más altas de individuos, fue para la especie de *Cycloneda sanguinea* y *Chrysoperla* sp, incrementando levemente su población con respecto al mes de junio. Se observa disminución de individuos de *Ceraeochrysa* sp y *Chilocorus cacti*, con respecto a *Hyperaspis* sp, no hubo presencia de especímenes.

Los meses de agosto y septiembre se registró una reducción de las especies de *Cycloneda sanguinea*. Para *Chrysoperla* sp, se observa un aumento de individuos en cada mes, no así para el mes de agosto donde sus poblaciones se disminuyen drásticamente y nulas en los siguientes meses.

En los meses de noviembre y diciembre solo se observa poblaciones de *Cycloneda sanguinea*, e *Hyperaspis* sp.

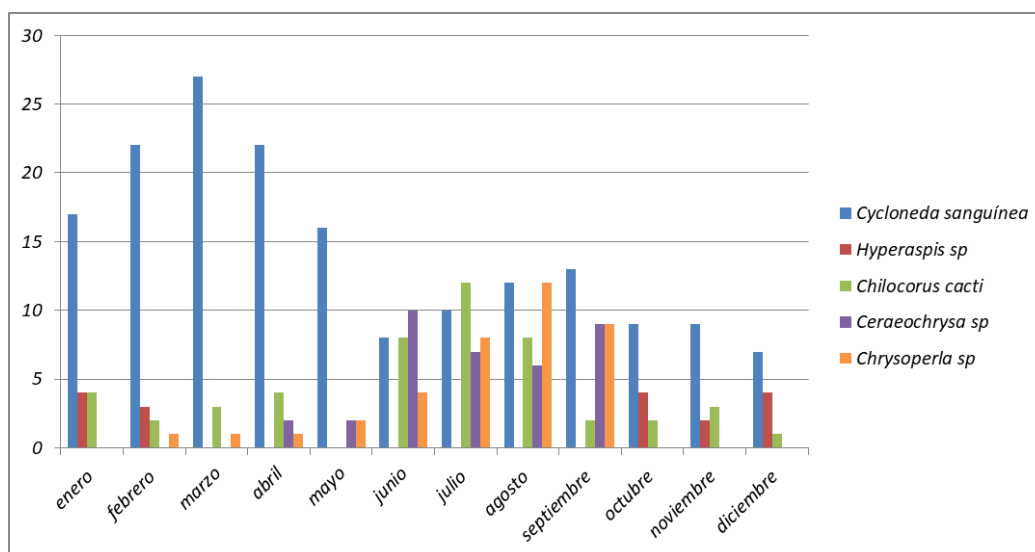


Fig. 23. Presencia de enemigos naturales en mandarina año 2016 en la localidad de Candelaria

En el año 2016 el comportamiento de los especímenes se distribuyó de la siguiente manera: la especie predominante fue *Cycloneda sanguinea*, la cual se puede observar que en todos los meses hay presencia de este insecto, pero las poblaciones más abundantes se observan en los primeros meses del año, seguida por *Chilocorus cacti*, de la cual se puede observar presencia durante todo el año. Para las especies de *Ceraeochrysa* sp, *Hyperaspis* sp y *Chrysoperla* sp, se observan las mayores poblaciones en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Los meses de octubre, noviembre y diciembre, son los que registran menos poblaciones de todas las especies en estudio, pero siendo predominante la presencia de los insectos de *Cycloneda sanguínea*, como se menciona en el párrafo anterior.

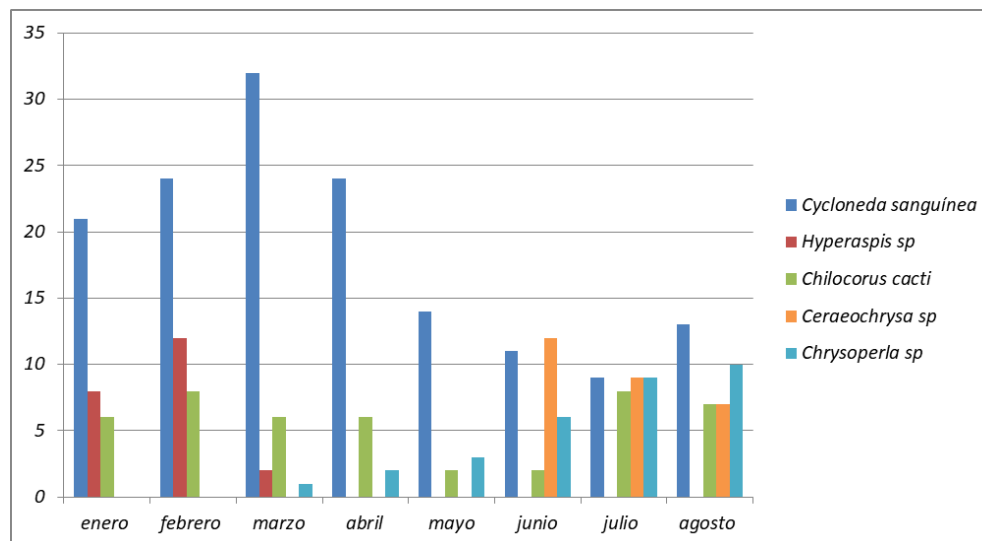


Fig. 24. Presencia de enemigos naturales de enero a agosto de 2017 para el cultivo de mandarina, en la localidad de Candelaria.

En el año 2017 el comportamiento de los especímenes se distribuyó de la siguiente manera: la especie predominante fue *Cycloneda sanguínea*, la cual se observa que en todos los meses hay presencia de este insecto, pero las poblaciones más abundantes se observan en los primeros meses del año; seguida por *Chilocorus cacti*, de la cual se observa presencia durante todo el año, aunque sus poblaciones son mucho menores. Para las especies de *Ceraeochrysa sp*, comienza a registrarse presencia en el mes de junio; en el caso de *Hyperaspis sp* su población es observada solo en los primeros tres meses y *Chrysoperla sp*, su población comienza en los meses de marzo.

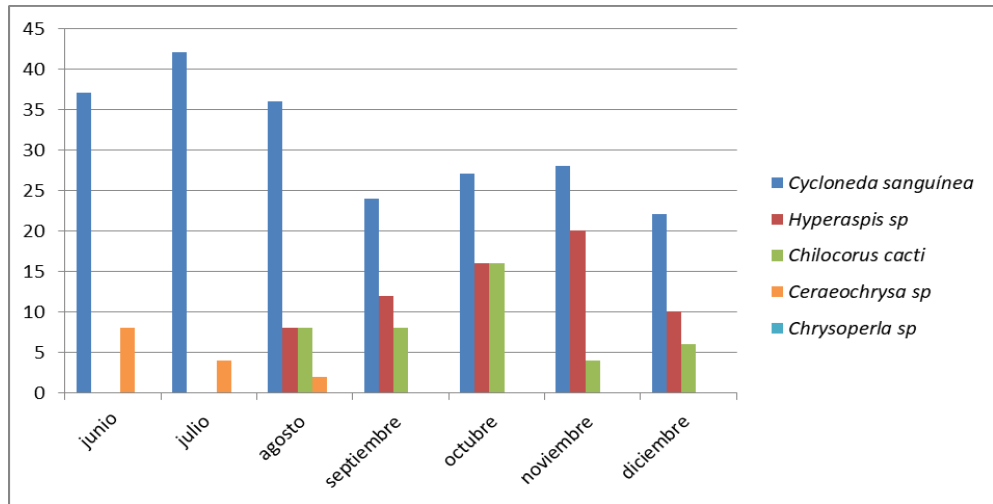


Fig. 25. Presencia de enemigos naturales de junio a diciembre 2015 en la localidad de San Pedro Nonualco

Para el año 2015, el registro de poblaciones de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en cultivo de naranja, se observó de la siguiente manera: *Cycloneda sanguinea*, fue el insecto que mantuvo su población durante todos los meses que se realizó la investigación; las especies *Hyperaspis sp* y *Chilocorus cacti*, no se observó presencia de ellas en los meses de junio y julio. Comenzando su aparición en el mes de agosto a diciembre.

Para los meses de junio, julio y agosto se observa presencia de *Ceraeochrysa sp*, y *Chrysoperla sp*, con una leve población.

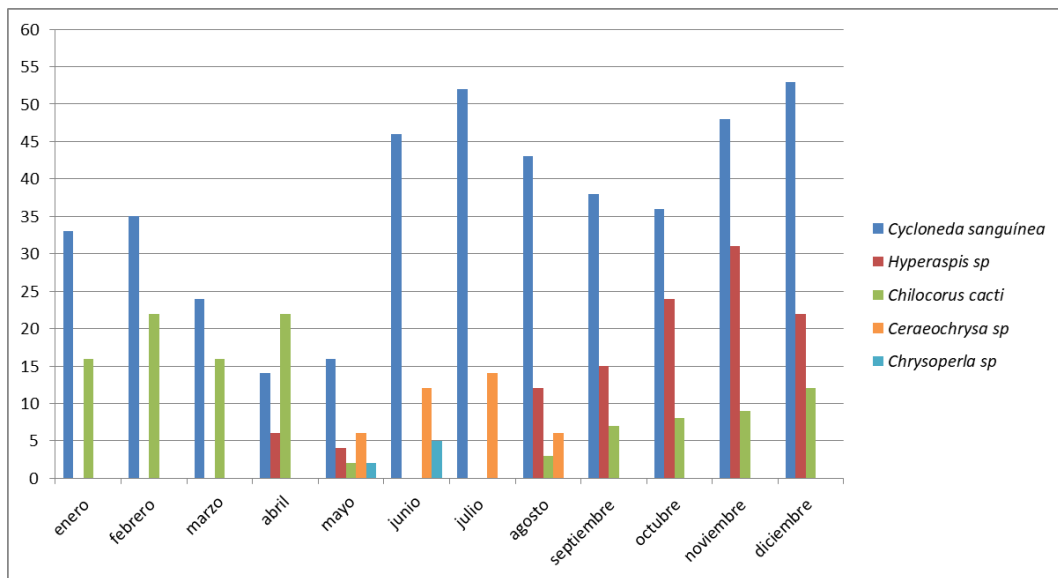


Fig. 26. Presencia de enemigos naturales en mandarina año 2016, en la localidad de San Pedro Nonualco.

En el año 2016 el comportamiento de los especímenes se distribuyó de la siguiente manera: la especie predominante fue *Cycloneda sanguínea*, la cual se observa que en todos los meses hay presencia de este insecto, pero las poblaciones más abundantes se observan en los meses de junio a diciembre, seguida por *Chilocorus cacti*, la cual sus mayores poblaciones son en los primeros meses del año. Se observa presencia de la especie *Hyperaspis* sp con mayores poblaciones en los meses de agosto a diciembre con un comportamiento creciente.

Los meses de mayo a agosto donde la planta tiene mayor crecimiento de brotes, es cuando se observa la presencia de *Ceraeochrysa* sp. Para caso de *Chrysoperla* sp, solo se observaron especímenes en los meses de mayo y junio en baja población.

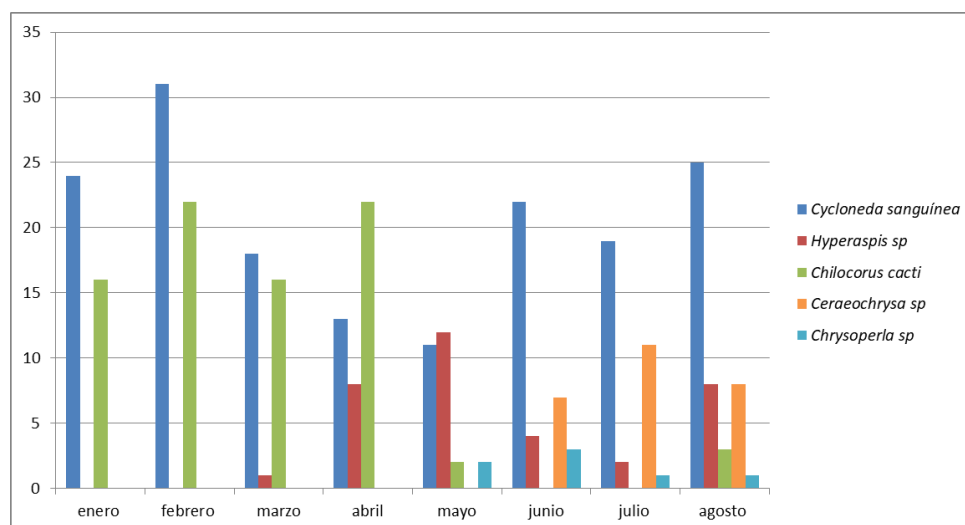


Fig. 27. Presencia de enemigos naturales de enero a agosto 2017 en la localidad de San Pedro Nonualco.

En el año 2017 el comportamiento de los especímenes se distribuyó de la siguiente manera: la especie predominante fue *Cycloneda sanguínea*, la cual se puede observar que en todos los meses hay presencia de este insecto. Pero las poblaciones más abundantes se observan en los primeros meses del año, seguida por *Chilocorus cacti*, de la cual se observa mayor presencia en los meses de enero hasta abril; en junio y julio sus poblaciones son mucho menores. En el caso de *Hyperaspis* sp su población es observada en los meses de marzo hasta agosto, siendo el mes de mayo el que registro su mayor pico poblacional.

Para las especies de *Ceraeochrysa* sp y *Chrysoperla* sp se observa que comienza a registrarse presencia en el mes de mayo a junio, manteniendo su comportamiento constante hasta el mes de agosto.

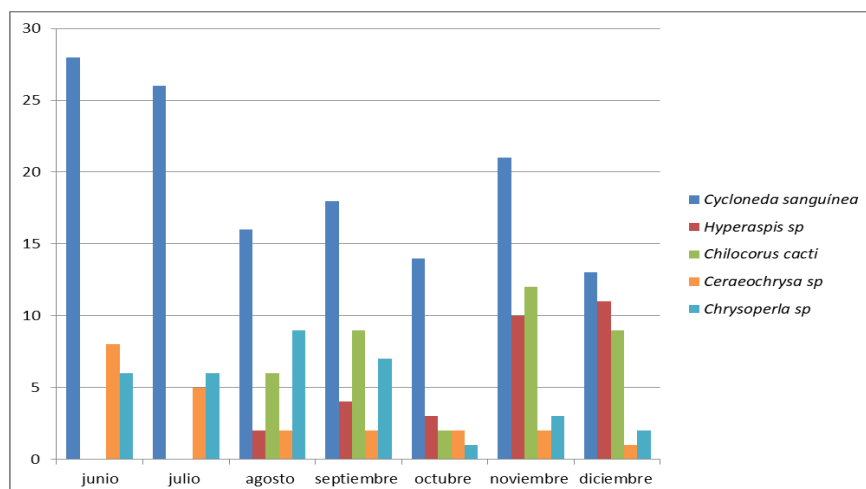


Fig. 28. Presencia de enemigos naturales de junio a diciembre de 2015, en la localidad de Santa María Ostuma.

La presencia de enemigos naturales en el periodo de junio a diciembre de 2015 fue la siguiente: *Cycloneda sanguinea* presente en todos los meses y en mayor número en junio y julio; meses en los cuales también se encontró *Chrysoperla sp* y *Ceraeochrysa sp*; la presencia de los cinco enemigos naturales fue en los meses de agosto a diciembre, la cual fue creciendo de agosto a septiembre y decreció en octubre, pero aumento en noviembre nuevamente a un total de 48 individuos, manteniéndose constante en diciembre.

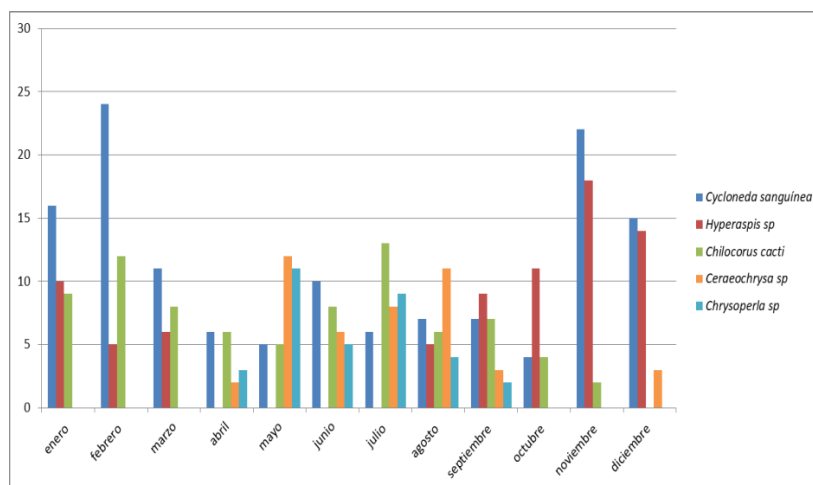


Fig. 29. Presencia de enemigos naturales en mandarina año 2016, en la localidad de Santa María Ostuma.

Con respecto al año 2016 el cultivo de limón tuvo presencia de los cinco enemigos naturales en mención, con el siguiente comportamiento: *Cycloneda sanguínea*, *Chilocorus cacti*, *Hyperaspis* sp en los meses de enero a marzo; este último depredador *Hyperaspis* sp desaparece en el periodo de abril a julio y aparecen las larvas de neurópteros *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp, las cuales se mantuvieron presentes desde abril hasta septiembre en este mes desaparecen y crecen los individuos de *Cycloneda sanguínea* e *Hyperaspis* sp, siendo los meses de noviembre y diciembre los de mayor presencia de estos.

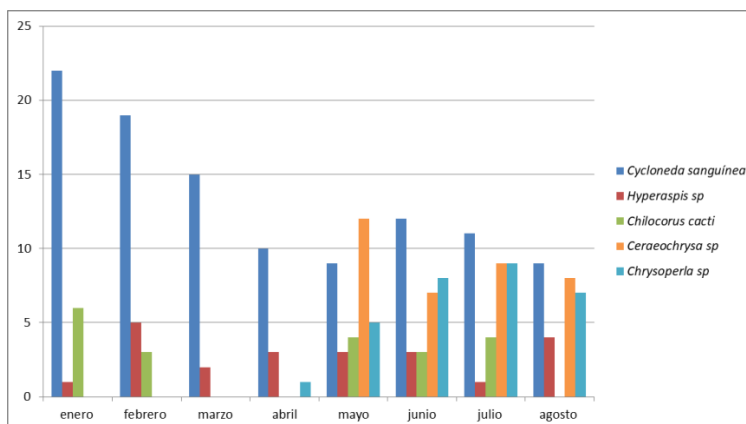


Fig. 30. Presencia de enemigos naturales de enero a agosto de 2017, en la localidad de Santa María Ostuma.

El comportamiento de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en el cultivo de limón para el periodo de enero a agosto de 2017 en Santa María Ostuma, fue de la siguiente manera: en enero y febrero se encontró *Cycloneda sanguínea*, *Hyperaspis* sp y *Chilocorus cacti*, meses en los cuales se tuvo la mayor presencia de *Cycloneda*, comportamiento que fue decreciendo y se mantuvo casi constante hasta agosto, con un promedio de 10 individuos por mes. *Chilocorus cacti* fue decreciendo en febrero y volvió a aparecer en mayo, junio y julio, meses en los que existe mayor presencia de *Diaphorina citri*; con respecto a los insectos del orden neuróptera *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp; estos comienzan a aparecer en mayo hasta agosto, con promedio de 7 y 9 individuos al mes respectivamente; meses en los cuales el árbol está en floración y con mucha brotación de la cual el insecto *Diaphorina citri* prefiere en su hábito alimenticio.

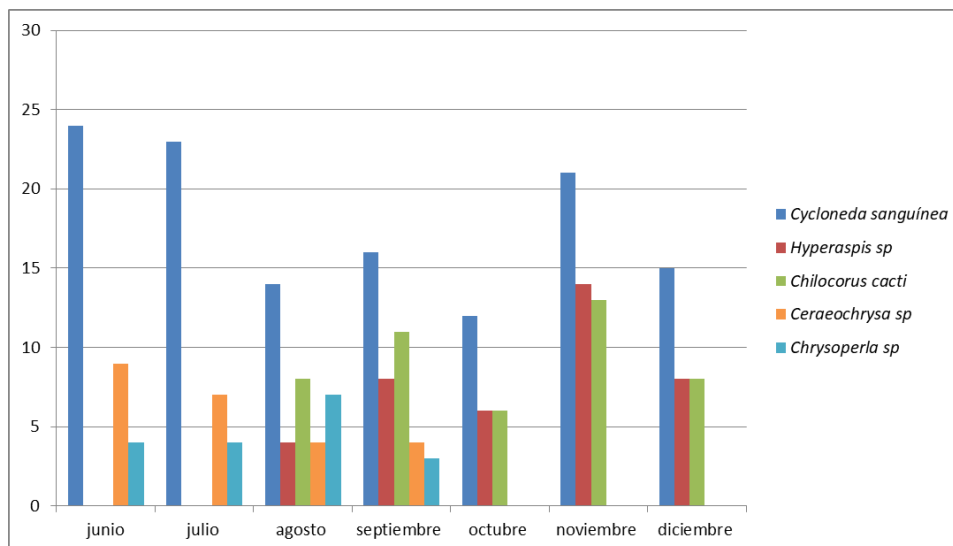


Fig. 31. Presencia de enemigos naturales de junio a diciembre 2015 en la localidad de Santa María Ostuma.

El comportamiento de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en el cultivo de naranja para el periodo de junio a diciembre de 2015 en Santa María Ostuma, departamento de La Paz fue el siguiente. En los meses de junio y julio se tuvo presencia de *Chrysoperla sp*, *Ceraeochrysa sp* y *Cycloneda sanguinea*, meses en los cuales este último registro sus mayores poblaciones con un promedio de 23 individuos. Cabe mencionar que este individuo fue el que se encontró presente en todos los meses en estudio. En los meses de agosto y septiembre fueron los únicos meses donde se manifestaron los cinco enemigos naturales, coincidiendo en los meses donde se tiene mayor presencia de *Diaphorina citri*; comportamiento que cambió en los meses de octubre a diciembre ya que únicamente se presentaron los coleópteros *Cycloneda sanguinea*, *Chilocorus cacti* e *Hyperaspis sp*, meses en los cuales no hay brotación en el cultivo por encontrarse en cosecha, razón por la cual la población en los diferentes estadios del insecto *Diaphorina citri* es baja.

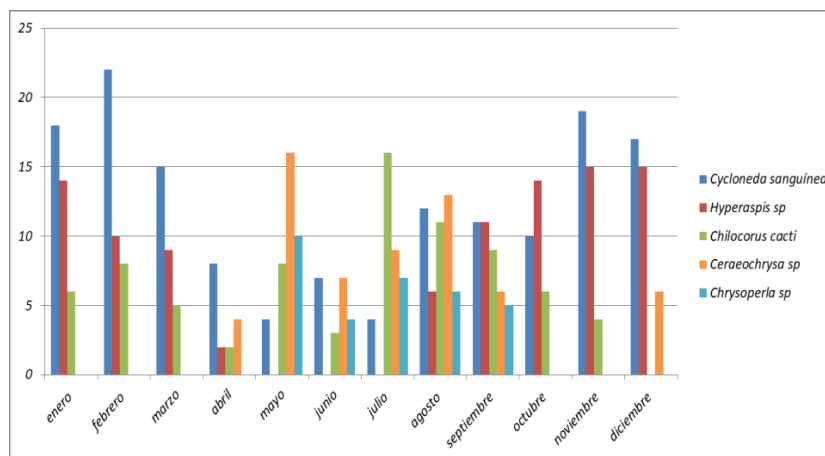


Fig. 32. Presencia de enemigos naturales en mandarina año 2016 en la localidad de Santa María Ostuma.

Con respecto al año 2016 el cultivo de naranja tuvo presencia en los meses de enero a marzo de los coleópteros *Cycloneda sanguínea*, *Chilocorus cacti* e *Hyperaspis* sp, no así de los neurópteros *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp, siendo hasta abril que apareció este último y mes donde las poblaciones de los coleópteros en mención decrecen, luego se registraron *Cycloneda sanguínea*, *Chilocorus cacti*, *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp, siendo este último enemigo natural el que más se registró arriba de los 15 individuos. En junio y julio decrecen las poblaciones de dichos enemigos, siendo en este mes *Chilocorus cacti* el de mayor cantidad de individuos, registrándose su mayor población el cual para los meses a continuar va disminuyendo hasta desaparecer en diciembre.

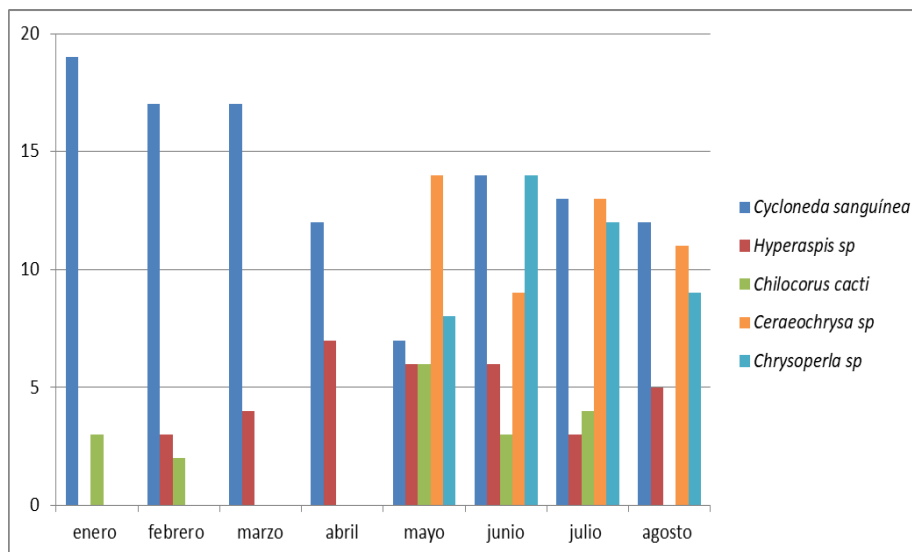


Fig. 33. Presencia de enemigos naturales de enero a agosto 2017 en la localidad de Santa María Ostuma.

El comportamiento de los enemigos naturales de *Diaphorina citri* en el cultivo de naranja fue: en enero se registró la mayor presencia de *Cycloneda sanguínea*, comportamiento que fue decreciendo durante todo el año pero que se mantuvo casi constante en número con 12 individuos en los meses de mayo – agosto. Con respecto a los meses de mayo, junio y julio fueron los únicos en donde se registró la presencia de los cinco enemigos naturales que aparecieron *Cycloneda sanguínea*, *Chilocorus cacti*, *Hyperaspis* sp, *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp; comportamiento que fue constante hasta en agosto que ya no se encontró presente *Chilocorus cacti*. Cabe mencionar que en estos meses es donde el cultivo se encontraba en brotación y existía mayor población de *Diaphorina citri*.

Estos cinco depredadores encontrados en la presente investigación, también han sido reportados por Hernández R. (2016) en su estudio “Inventario de enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri*; el cual fue realizado en dos fincas en San Salvador.

CONCLUSIONES

Se registró presencia de todos los estadios de *Diaphorina citri* en las cinco localidades durante toda la fase de la investigación, siendo los estadios de huevo y ninfas los de mayor población.

La época de mayor presencia de *Diaphorina citri* en el cultivo de cítricos, es la lluviosa siendo los meses de julio, agosto y septiembre donde mayormente se registraron los estadios de huevos, ninfas, adultos en brotes; coincidiendo con la etapa donde el árbol esta en brotación de la cual el insecto prefiere en su hábito alimenticio.

En las localidades en estudio se identificó cinco especímenes (*Cycloneda sanguinea*, *Chilocorus cacti*, *Hyperaspis* sp, *Chrysoperla* sp y *Ceraeochrysa* sp); de enemigos naturales para *Diaphorina citri*, siendo *Cycloneda sanguinea*, el de mayor presencia.

RECOMENDACION

Realizar investigaciones sobre el control en el vector del Huanglongbing – HLB *Diaphorina citri*

LITERATURA CONSULTADA

COSAVE (Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur) . 2017 Plan regional de contención del Huanglongbing de los cítricos (HLB), Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay (en línea). Consultado el 17 de abril 2015. Disponible en: <http://www.cosave.org/sites/default/files/resoluciones/anexos/Anexo%20Resoluci%C3%B3n%20236%20Plan%20Regional%20HLB-COSAVE%20actualizado.pdf>

Dirección General de Economía Agropecuaria. 2016. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2015-2016. Ministerio de Agricultura y Ganadería, La Libertad, El Salvador. p 50-55.

División de Agronegocios, MAG 2011. Ficha de técnica de mercado # 6 cultivo de naranja, febrero de 2011, Ministerio de Agricultura y Ganadería, La Libertad, El Salvador p3.

Hernández, R. 2016 “Inventario de enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* (kuwayama, 1907) (Hemiptera: psyllidae), en dos fincas de producción cítrica en el departamento de San Salvador, El Salvador” Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador p 49-65.

Mejía, G; García J.M 2014 Huanglongbing la enfermedad destructora de los cítricos, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA) La Libertad, El Salvador. Revista Cosecha año III Ed. 12: p10 -11.

Vanegas, M. 2012. Estudio técnico y de mercado para la producción certificada de material vegetativo de cítricos en Centroamérica y República Dominicana.

Proyecto ATN/OC-11333-rgrg-t1512 “Marco de Cooperación Regional para Fomentar la Competitividad de la Fruticultura en América Central” Proyecto Mesoamericano de Fruticultura (PROMEFRUT), 62p.



USO DE PRODUCTOS BIORRACIONALES PARA EL MANEJO DE ACAROS Y TRIPS EN AGUACATE (*Persea americana* Miller).

José Eduardo Vides Berganza. 1

RESUMEN

Los ácaros y los trips constituyen una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de aguacate, muchos productores se ven afectados tanto por los daños y deformaciones de los frutos que estas plagas ocasionan, los frutos pierden calidad y el precio baja en el mercado, además se hace uso excesivo de químicos altamente tóxicos para su control, por lo que se necesitan productos que ofrezcan una mayor protección al humano y al medio ambiente. Esta investigación se realizó durante el mes de enero de 2017, solamente se consideró el control de trips, ya que la presencia de ácaros se vio afectada por el control ejercido por productos sistémicos utilizados para el control de barrenador del aguacate (*Stenoma catenifer*). Se estableció el experimento en dos localidades del Municipio de Comasagua, departamento de La Libertad, Finca La Ascensión, cantón San Antonio 13° 38' 13.31" N y 89° 24' 10.05" O, 1236 msnm y Finca Monte Fresco 13°38' 42.84" N y 89° 23' 52.67" O, 1325 msnm. En plantaciones de aguacate de la variedad Hass de 6 a 12 años respectivamente, con el objetivo de generar tecnología sobre el uso de productos biorracionales para el manejo de ácaros/trips en aguacate. Se evaluaron dos soluciones: 1) 340 g de harina panificadora, 22.10 g de detergente común y 13.6 g de sal en 25 litros de agua. 2) 128ml de aceite vegetal de cocina y 44 g de detergente en polvo en 25 litro de agua y como tratamiento 3) Testigo Absoluto. El trips que se encontró fue *Heliothrips* sp. Los resultados obtenidos no mostraron que los productos biorracionales ejercieran control sobre huevos, ninfas y adultos, la presencia de ninfas en el follaje es permanente, ya que los adultos no son controlados y están constantemente ovipositando. Ninguno de los productos aplicados causó efectos fitotóxicos al cultivo de aguacate. Se recomienda seguir evaluando productos para el control de estas plagas, que ofrezcan menos riesgo a los aplicadores y al ambiente.

Palabras claves: ácaros, trips, biorracionales, aguacate, acaricidas

1. Programa Frutales y Cacao. CENITA. El Salvador jose.vides@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

En experimentos realizados en papaya y jocote, se reporta control de insectos chupadores con el uso de aceite vegetal y detergente; y con harina de pan, sal y detergente. Los ácidos grasos del detergente, como acaricida penetran el exoesqueleto de ciertos ácaros y trips, conduciendo a la deshidratación y a la muerte.

Cuando los frutos de aguacate presentan daños, ya sean causados por ácaros o por trips, disminuye el precio por su mal apariencia y calidad. Además las lesiones provocadas por estos artrópodos son la entrada de hongos que destruyen la fruta o hacen que pierda la calidad para ser comercializados, mencionado por PROMIPAC REGIONAL (2012). El daño que ocasionan en el follaje, disminuye las tasas de fotosíntesis de la planta, reduciendo drásticamente la producción como lo reporta Muñoz J.L. y Rodríguez, A (2014). De ahí la importancia de controlar estas plagas para producir frutos más sanos y sin deformaciones. Con el uso de productos biorracionales se cosecharan frutos que presenten menos daño y contengan menos residuos de químicos, protegiendo así, tanto a los aplicadores como al medio ambiente, reportado por Trabanino (1998).

En 2016 el área de siembra de aguacate en El Salvador fue de 1,595 mz, obteniéndose una producción 793,927 qq (36,087 Ton), con un rendimiento de 497.8 qq/mz, (22.63 Ton/mz) el 76 % del consumos nacional. En el país no se produce la cantidad ni la calidad de frutos suficientes para satisfacer el consumo interno, requiriendo importar en el año 2016, 11, 486.31 ton., con un valor de \$ 12, 083,415.00. Datos reportados por la DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGROPECUARIA (2017).

Los ácaros y trips constituyen una de las plagas de mayor importancia en el cultivo del aguacate, según Gonzales (2013), muchos productores se ven afectados por los daños que los ácaros ocasionan a los frutos, bajando la calidad de los mismos y como consecuencia su precio de venta, reportado también por Rodríguez (2003). Además se requiere de un uso excesivo de químicos sistémicos para su control. Estas plagas dañan brotes, flores y frutos, cayéndose o deformándolos. Los frutos son castigados con precios menores en el mercado, cuando estos presentan daños y deformaciones, ya sean causados por ácaros o por trips, mencionado por Sermeño (2005). Estos frutos no tienen aceptación en los mercados formales, limitándose a venderlos en los mercados informales.

Rojas (2014) reporta los ciclos biológicos de ambas plagas Cuadro 1, también menciona que hembras adultas de Trips, viven hasta 7 semanas y ponen un promedio de 25 huevos diarios en forma individual. Ciclo biológico de los ácaros, *Oligonychus* sp. *Tetranychus* sp., huevo 8 días, ninfa 7 días, adulto 8 días, total 23 días. Trips, *Heliothrips* sp, huevo 12 días, ninfa 10 días, adulto 11 días, total 33 días.

Ambas plagas presentan poblaciones más altas en la estación seca, de noviembre a abril. Como se puede observar en el Cuadro 1, esa es también la época de floración de los cultivares que más se siembran en el país, de acuerdo a lo reportado por Flores, R *et al.* (2011).

Cuadro 1. Comportamiento cultivares de aguacate.

Variedad	Fecha de Floración	Fecha cosecha	de	Periodo	Tipo de Floración
Hass	Enero/Febrero Normal	Agosto/Sep.		9 meses	A
Hass	Sept./Octubre Loca	Abril /Mayo		9 meses	A
Sitio del Niño 3	Nov/Diciembre	Marzo/Abril		6 meses	B
Booth 8	Enero/Febrero	Sept. /Oct.		8 meses	B
Ereguayquin	Sept./ Octubre	Marzo/Abril		6 meses	A

Aguacates del grupo floral A, son hembras por la mañana y machos por las tardes, y los del grupo floral B son machos por la mañana y hembras por la tarde.

Es importante ofrecer a los productores otras alternativas para el manejo de ácaros y trips más seguras, como lo reporta García (2011) considerando tanto para el medio ambiente, como las personas, haciéndose necesario la evaluación de productos menos tóxicos como los productos biorracionales, para ofrecer al consumidor frutos de mejor calidad y con menos residuos de agroquímicos.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en dos localidades productoras de aguacate del país, en plantaciones de más de 5 años. En el Cuadro 2, se observa la ubicación de ambas localidades.

Cuadro 2. Ubicación geo referenciada de las localidades del experimento

Localidad	Finca	Variedad aguacate	Ubicación	Elevación msnm
Comasagua, La Libertad	Ascensión	Hass	13° 38' 13.31" N 89° 24' 10.05" O	1236
Comasagua, La Libertad	Monte Fresco	Hass	13° 38' 42.84" N 89° 23' 52.67" O	1325

Tratamientos evaluados para determinar la efectividad de los productos biorracionales para el control de ácaros y trips se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos

Tratamientos	Ingredientes/dosis (25 Litros agua)			No. Aplicaciones	Intervalo de aplicación
T1	Harina de pan (340 gr.)	Detergente común (22 gr.)	Sal común (14 gr.)	3*	7 días
T2	Aceite Vegetal (128 ml)	Detergente común (45 gr.)	-----	3*	7 días

* Después de cada muestreo

Los tratamientos se compararon a un Testigo Absoluto, sin ninguna aplicación.

Diseño Experimental: Bloques Completos al azar, con 5 repeticiones y 3 tratamientos. Se consideraron 5 plantas por tratamiento

Las aplicaciones se repitieron cada 7 días, hasta completar 3 aplicaciones, Cuadro 4, los huevos se incuban en un periodo promedio de 8 a 12 días, asegurando así la eclosión de nuevos huevos durante la aplicación. Considerando las publicaciones de Suarez (2012).

Cuadro 4. Fechas de las aplicaciones de los tratamientos

Localidad	Periodo de Aplicación
Finca la Ascensión	20 y 27 abril y el 3 mayo
Finca Monte Fresco	27 abril, 3 y 12 mayo

Equipo de aplicación: Aspersor de motor, Honda 4 STROKE SPRAYER WJR 2525, de 25 litros de capacidad. Boquilla regulable para aspersiones al follaje. La dosis se da por concentración del producto, varía de acuerdo al tamaño de la planta.

Antes de cada aplicación, se realizaron recuentos de las poblaciones de ácaros y trips, tanto de adulto como de ninfa y se hizo un recuento final siete días después de la última aplicación. Cuadro 5 y Cuadro 6

Cuadro 5. Metodología de muestreo de ácaros y trips.

Plaga	Metodología del muestreo	Numero de recuentos	Frecuencia
Ácaros	<ul style="list-style-type: none"> Se recolectaron 4 hojas/ unidad experimental, con un total de 15 muestras/localidad/muestreo Observadas en estereoscopio del Laboratorio de Parasitología Vegetal CENTA <p><u>El 10% de incidencia es el punto de decisión para su control.</u></p>	4	7 días
Trips	<ul style="list-style-type: none"> Se utilizó un cuadro de color blanco de 10x 8 pulgadas para recolectar adultos y ninfas. Golpeando un brote sobre el cuadro. Se recomienda su control con más 2 trips/brote golpeado en el cuadro. 	4	7 días

Cuadro 6. Rango de presencia de trips.

	Decisión
0 a 1	Todavía no hay problema
2 a 3	Aplicar en 5 días
3 a 4	Aplicar mañana
Más de 4	Urgente aplicar ya

Las aplicaciones se recomiendan cuando se colectan al menos 2 trips en el cuadro de recolección. (Método Mexicano, Basado en el umbral económico). Estela Escamilla (2016).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del Laboratorio de Parasitología Vegetal no reportaron la presencia de ácaros en las muestras observadas. En plantaciones comerciales no se observa la presencia de ácaros porque al realizar el control del barrenador del tallo y del fruto del aguacate *Stenoma catenifer*, utilizan productos sistémicos y más tóxicos que controlan también los

ácaros. Acuña (2000) que reporta que el mayor problema de ácaros se observa en plantaciones abandonadas.

En el caso de los trips se consideró un nivel crítico de 2 trips por recuento ya sea ninfa o adulto, para decidir hacer una aplicación para su control.

Los resultados estadísticos no mostraron diferencias significativas en el control, tanto de ninfa como de adulto, la variación en los números de trips ninfas y adultos, encontrados en las muestras se debió más a las lluvias que al efecto de los tratamientos.

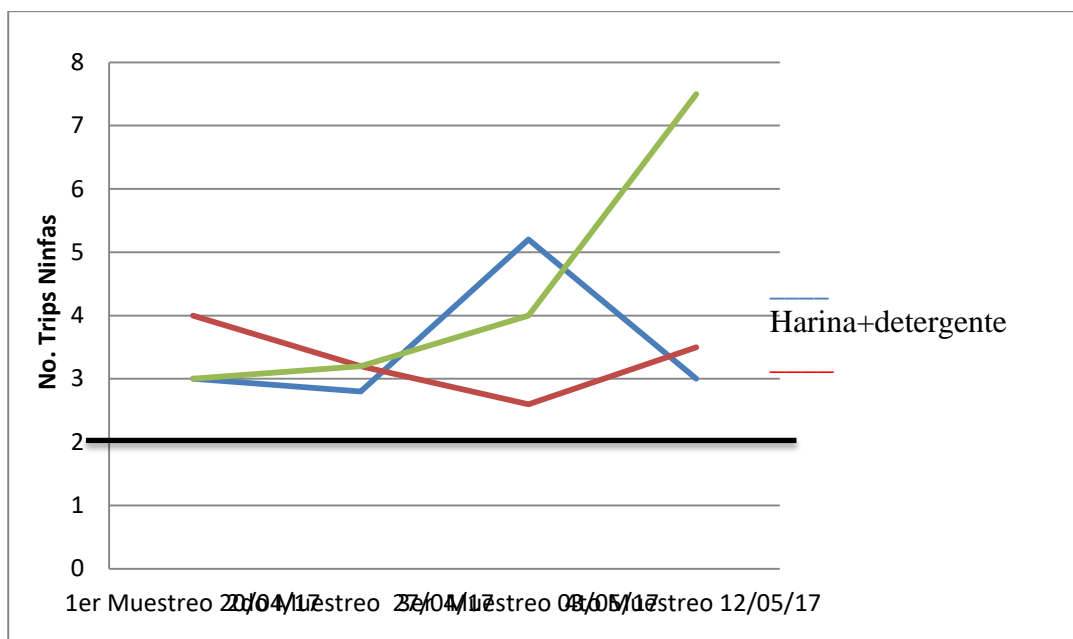


Figura 1. Muestreo de ninfas de trips. Finca La Ascensión 2017.

En la Finca La Ascensión, Figura 1, durante el periodo del estudio del 20 de abril al 12 mayo, en el segundo muestreo, por efecto de una lluvia de 35 mm el día siguiente a la aplicación, el número de ninfas se mantuvo bajo para los tres tratamientos, luego los valores promedios del estado de ninfa del testigo tendieron a un crecimiento, ambos productos biorracionales mantuvieron sus valores en 3 ninfas, valores arriba de 2, que es el nivel crítico.

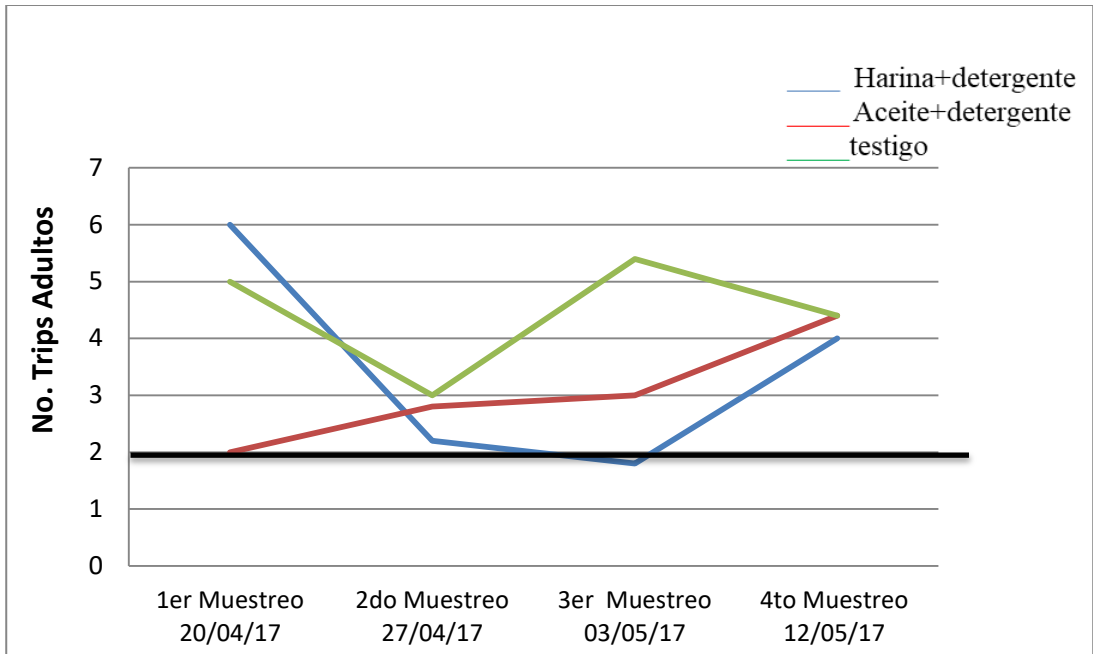


Figura 2. Recuento adultos de trips. Finca la Asunción 2017

En el caso de trips adultos las poblaciones encontradas no siguen un patrón de control ejercido de parte de los productos biorracionales. En el segundo muestreo en la finca la Asunción. Figura 2, bajaron las poblaciones, debido a que el 21 de abril, un día después de la primera aplicación, se tuvo una precipitación de 35 mm, lavando el trips adulto del follaje de las plantas. En el cuarto muestreo, con la aplicación de ambos productos biorracionales las poblaciones se incrementaron a un valor de 4, mostrando los mismos valores que el testigo. Valores arriba de 2 que es el nivel crítico.

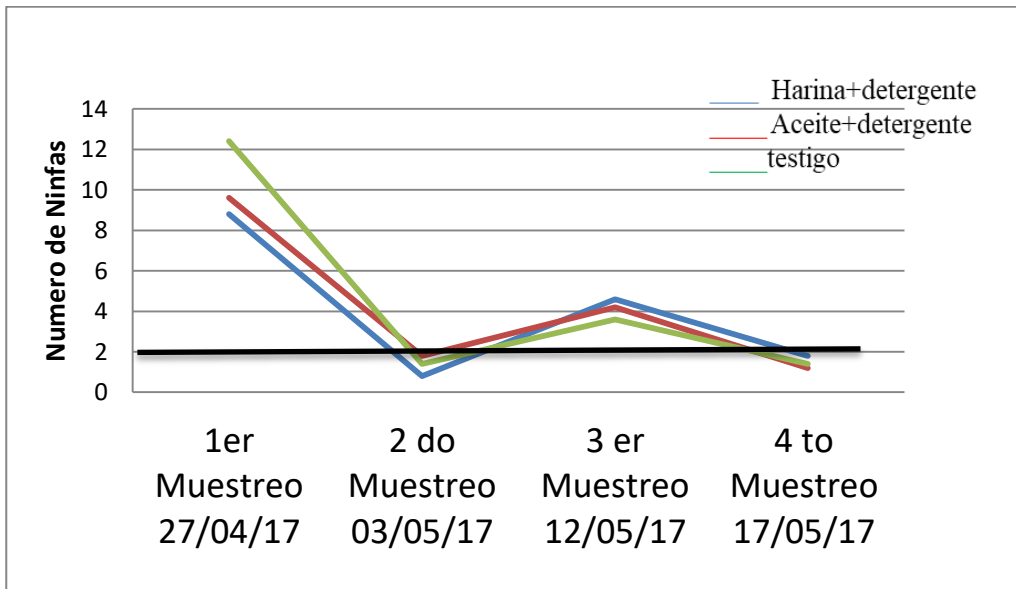


Figura 3. Recuento de ninfas de trips. Finca Monte Fresco. 2017

En la Finca Monte Fresco, Figura 3, durante el periodo del estudio del 27 de abril al 12 mayo, el tratamiento testigo se comportó similarmente a los productos biorracionales en el control de las ninfas. Encontrando valores promedios de numero de ninfas de 3 en el segundo y el cuarto muestreo, luego las poblaciones bajaron a casi cero, valor abajo del nivel crítico que es de 2, debido a que el 1 y el 14 de mayo se tuvieron precipitaciones de 35 y 27 mm, que realizaron control de ninfas en el follaje.

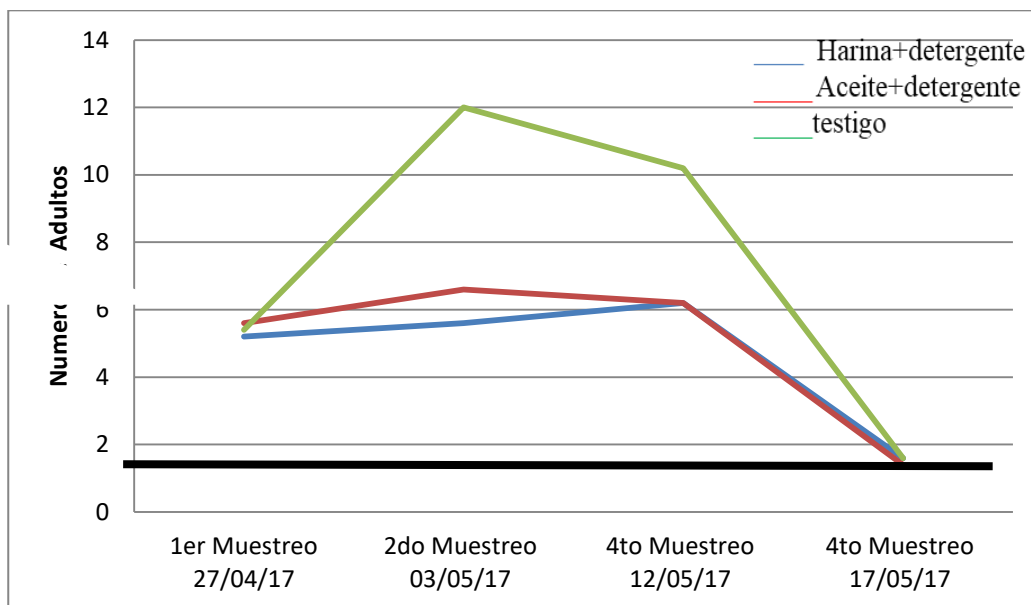


Figura 4. Recuento de Adultos de trips. Finca Monte Fresco. 2017

Las poblaciones de ácaros adultos en la Finca Monte Fresco, Figura 4, se mantuvo con valores menores que el testigo llegando a un valor de 6, valor mayor al nivel crítico que es de 2, para luego descender los valores a casi cero, por el efecto de lluvia el día 14 de mayo. Previo a las lluvias los valores de población de trips adultos estaban en valores arriba del nivel crítico que es de 2.

CONCLUSION

Huevos, ninfas y adultos de trips, no son controlados por las dosis de los productos biorracionales evaluados.

RECOMENDACIÓN

Realizar otras evaluaciones con productos de menor toxicidad.

LITERATURA CONSULTADA

Acuña, L.E. *et al.* 2000. Control químico del acaro blanco Polyphagotarsonemus latus Banks, del Mamón Carica papaya L. INTA E.E.A. Montecarlo.3384 Montecarlo, Misiones. Argentina.

DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA AGROPECUARIA. 2017. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2015-2016. Ministerio de Agricultura y Ganadería, La Libertad, El Salvador. p 58 y 59.

Escamilla, E .2016.Plagas y Enfermedades en el Aguacate. Programa Frutales y Cacao. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Enrique Álvarez Córdova. CENTA.118 p.

Flores R. et al 2011 Ácaros fitófagos asociados a frutales en la zona del centro de Nayarit. Unidad académica de agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, México. Consultado el 17 de octubre de 2014 disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/3.pdf>

García, M.A .2011. Guía Técnica del cultivo de la papaya. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. CENTA. “Enrique Álvarez Córdova”. Programa MAG-CENTA FRUTALES. El Salvador. 33 p.

Gonzales. H. 2013.Plagas reglamentadas ácaros, escamas y tripas del en aguacate. INIFAP, México, p. 23 -29

Muñoz, J.L. Rodríguez, A. 2014.Acaros asociados al cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en la costa central de Perú. Agronomía 38 (1) Costarricense. p. 215-221

PROMIPAC REGIONAL. 2012. El Amigo productor. Los insectos chupadores transmiten enfermedades a las plantas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras

Rodríguez, C, M. 2003.Cultivo del aguacate. Guía Técnica No. 20. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. MAG. El Salvador. 36 p.

Rojas, D.A. 2014. El aguacatero, plagas y enfermedades. Víталos Agro, Chiapas, México. 12 p.

Sermeno, J.M. 2005.Guía Técnica de las Plagas Artrópodos y Enfermedades de los Frutales MAG-IICA-FRUTALES. El Salvador p.38-39

Suarez, H, et all.2012, Araña cristalina del aguacate. Identificación, biología, daños y control. Área de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Servicio Técnico de Agricultura y Departamento de Protección Vegetal (ICIA).Tenerife.España.6p.

Trabanino, R.1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Honduras. Zamorano Honduras. p.16 -1123

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de trips de brote de planta de aguacate.



Anexo 2. Adulto y ninfa de trips. *Heliothrips sp.*



Anexo 4. Adulto de *Heliothrips sp.*



Anexo 5. Aplicación de los tratamientos.





CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA *IN SITU* DE MATERIALES DE CACAO NATIVO *Theobroma cacao* EN EL SALVADOR

Sonia Edith Solórzano¹

RESUMEN

Con el objetivo de garantizar la pureza genética del germoplasma de cacao nativo *Theobroma cacao* en El Salvador, se realizó la caracterización *in situ* para determinar su identidad fenotípica y disponer de información de datos de pasaporte. Esta fue realizada en diferentes departamentos y municipios a nivel nacional. Se utilizó el descriptor del INIFAP, México, con 31 caracteres. En campo, se seleccionaron los árboles, de acuerdo a literatura consultada, describiendo los típicos criollos con características de hojas jóvenes con brotes verde claro, flor de pétalos y sépalos amarillo-cremoso (ausencia de antocianina), frutos con extremos puntiagudo y semillas elípticas, mucilago crema, cotiledón blanco. Dividiéndose en criollos antiguos y criollos modernos (criollos antiguos que han sufrido introgresión de genes forasteros). Los datos de flor, hojas, fruto y semilla, entre otros, se analizaron por medio de una estadística descriptiva obteniéndose valores de rangos (máximo y mínimo), medias y porcentajes. Como resultado de la investigación, en 38 materiales colectados y al tomar los caracteres cualitativos y cuantitativos *in situ*, se determinó su identidad fenotípica clasificándose 22 materiales en criollos antiguos que constituyen el grupo de criollos verdaderos y los restantes en criollos modernos con introgresión de genes.

Los materiales de cacao nativo antiguo estarán debidamente documentados con la finalidad de mantener la pureza genética por varios ciclos de multiplicación.

Palabras claves: Cacao, Caracterización morfológica, cualitativos, cuantitativos

INTRODUCCION

El nombre del género es *Theobroma* que significa “alimento de los dioses” comprende alrededor de unas 25 especies, pero solo una, (*Theobroma cacao L.*) se cultiva comercialmente.

La demanda actual de cacao no sólo está concentrada en la cantidad que pueda producirse por unidad de área, sino también por la calidad de los granos y es hacia donde las empresas están dirigiendo el mercado de chocolates de calidad, con aromas y sabores característicos.

La superficie por manzana es de 989, con producción por volumen / Unidad 7,962 quintal y un rendimiento por Unidad/ Manzana 8.1

El Salvador por el momento no tiene la capacidad de suplir la demanda nacional de 1000 Tm, por tal razón se ve en la obligación de importar el 80% de los países de la región (Nicaragua, Honduras y Guatemala).

Por ello y con el objetivo de garantizar la pureza genética del germoplasma de Cacao nativo *Theobroma cacao*, se realizó la caracterización del germoplasma *in situ* y se determinó las características fenotípicas de los materiales, con el fin que en futuro a corto plazo sea utilizado en forma sostenible por los programa de mejoramiento genético, identificando materiales de cacao nativo para bioprospección. Además se elaboró un Catálogo de materiales de cacao nativos seleccionados por el CENTA

La sostenibilidad de producción de germoplasma de cacao nativo depende en gran medida de la calidad del material a seleccionar.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de Caracterización Morfológica *in situ* se realizó en diferentes departamentos y municipios a nivel nacional detallados a continuación:

- ✓ La Libertad, Jayaque, Finca El Carme, tablon el corozon
- ✓ La paz, San Emigdio, barrio La Paz
- ✓ la Paz , San Juan Tepezontes, Barrio la Cruz
- ✓ Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan
- ✓ Usulután , Cantón Los Horcones San Francisco Javier
- ✓ Usulután, Tecapán , calle a Ctòn Cerro Verde, finca Los Ángeles
- ✓ Usulután, Pto. Parada, caserío el flor, finca San Luis
- ✓ Cojutepeque, Cantón El carrizal
- ✓ San Miguel , Cantón San Matias, Ciudad Barrios
- ✓ Sonsonate, Izalco, cantón Cruz grande, Chorro arriba
- ✓ Sonsonate, Izalco, cantón Cruz grande, caserío los amas
- ✓ Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco
- ✓ La Libertad , cantón Primavera, Quezaltepeque
- ✓ La Libertad , Canton San Benito, Teotepeque
- ✓ Santa Ana, Coatepeque, caserío los pezotes, calle los Elizondos

- ✓ San Miguel Tepezontes
- ✓ Morazan ,Canton pueblo viejo, caserio la quebarda, Arambala
- ✓ Chalatenango Dulce Nombre de Maria, finca 2 Alas
- ✓ Cuscatlán , canton platanares, caserio la vuelta de las vacas bravas, suchitoto
- ✓ Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito

Se realizaron expediciones de campo en diferentes departamentos y municipios a nivel nacional, in situ, se tomaron datos de geo-referenciación, se identificaron los árboles *in situ* de acuerdo a sus características fenotípicas y se colectaron flores, hojas y frutos para toma de datos (Anexo 1)

Se utilizaron para la toma de datos en cada árbol:

- 25 Hojas
- 10 Flores
- 3 Frutos
- # De Semillas por fruto (dato medio)

Para la toma de datos cualitativos y cuantitativos se ha utilizado el Manual Gráfico de Descriptores Varietales de Cacao (*Theobroma cacao* L.) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP, México, así como la tabla munseell, regla, lupas y otros

Los datos medidos en las variables cuantitativas fueron:

- flor : longitud del sépalo (mm), anchura del sépalo (mm)
- hojas / limbo : tamaño - largo (cm) , ancho de lóbulos(cm)
- fruto: longitud (cm), diámetro (cm), relación longitud / diámetro, grosor del exocarpo (cm)
- semilla : longitud de semilla (cm), anchura de semilla (cm), relación longitud/ anchura, grosor de semilla (cm) , numero de semillas

Los datos medidos en las variables cualitativas fueron:

- flor : pigmentación antocianina del pedicelo, pigmentación antocianina del sépalo color de la lígula, estaminodio pigmentación antocianina.
- hojas: forma de la base, color de la hoja, forma del ápice, color de la hoja joven
- fruto : forma, constricción basal, forma de ápice, superficie, profundidad de los surcos
- color del fruto, color de la pulpa , dulzura de la pulpa
- semilla: forma de semilla en sección longitudinal, color del cotiledón

Por cada material se han tabulado los 31 caracteres, se determinó por medio de una estadística descriptiva los rangos (mínimo y máximo), las medias, y porcentaje que cuantifica la magnitud de la variación que puede esperarse con base en el análisis de las 31 variables de los descriptores respectivos para definir más intrínsecamente la magnitud de la alterabilidad de los caracteres genotípicos y fenotípicos. Con ello se logró evaluar el grado de fijación de las características que tiene los materiales.



Fig. 1. Toma de datos

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Anexo 1, se detalla el nombre del productor y ubicación de cada una de las localidades visitadas, así como la nomenclatura de árbol de origen de acuerdo a las características los típicos Criollos mesoamericanos reconocidos a nivel mundial por su exquisito aroma y sabor de acuerdo a Avendaño-Arrazate, C.H., Ogata-Aguilar, N., Gallardo-Méndez, R.A., Mendoza-López, A., Aguirre-Medina, J.F. y Sandoval-Esquivel, A. 2010. *Cacao Diversidad en México*.

- ✓ Las hojas jóvenes son brotes verde claro, verde oscuro cuando alcanzan su madurez.
- ✓ Flor : Pétalos y sépalos amarillo-cremoso (ausencia de antocianina)
- ✓ Semillas elípticas, mucilago crema, cotiledón blanco.
- ✓ Los frutos presentan sus extremos puntiagudo

Por su parte Castañeda Monroy,V , Aranzazu Hernández , F, Hernández Lovato, L, Quintanilla Monjaras , G, Morán Rodríguez, A, 2016 .Guía de conceptos básicos de genética en cacao, para su aplicación en la caracterización de germoplasma de cacao nativo de El Salvador, cita que los Criollos de El Salvador han sido detectados a partir del 2010, en estudios realizados por la UJMD (Universidad Dr. José Matías Delgado), CENSALUD (Centro de Investigación y Desarrollo en Salud de la Universidad de El Salvador) y CRS (Consultoría Catholic Relief Services); donde la caracterización han mostrado que se cuenta con un acervo de cacao autóctono o criollos antiguos de materiales de la semilla color blanco y crema y cacaos criollos modernos de semilla color moteado (rosada) en la Región Occidental y Oriental de El Salvador.

Motamayor y sus colaboradores (2002), citado por Castañeda Monroy. 2016, mediante el estudio con marcadores moleculares en población de criollos, demostraron que se distinguieron dos tipos:

- ✓ los criollos antiguos y
- ✓ los criollos modernos (criollos antiguos que han sufrido introgresión de genes forasteros).
- ✓ **De tal forma, que los criollos antiguos constituyen el grupo de criollos verdaderos**
- ✓ la hibridación natural entre los forasteros y los criollos, es lo que generó más tarde los criollos modernos y trinitario



Fig. 2. Color del cotiledón de la semilla

Derechos de Autor Castañeda, V. y sus colaboradores 2016.

Se presentan algunas fotografías con el detalle de las características



Fig. 3. Características de materiales nativos antiguos



Fig. 4. Características de materiales nativos modernos (Criollos antiguos que han sufrido introgresión de genes forasteros).

De acuerdo a lo anteriormente descrito en la literatura consultada describiendo los típicos Criollos con características de hojas jóvenes con brotes verde claro, flor de pétalos y sépalos amarillo-cremoso (ausencia de antocianina), frutos con extremos puntiagudo y semillas elípticas, mucilago crema, cotiledón blanco. Dividiéndose en criollos antiguos y criollos modernos (criollos antiguos que han sufrido introgresión de genes forasteros). Los datos de flor, hojas, fruto y semilla, entre otros, se analizaron por medio de una estadística descriptiva obteniéndose valores de rangos (máximo y mínimo), medias y porcentajes. Como resultado de la investigación, en 38 materiales colectados y al tomar los caracteres cualitativos y cuantitativos in situ, se determinó su identidad fenotípica clasificándose 22 materiales en criollos antiguos que constituyen el grupo de forasteros. Los materiales de cacao nativo antiguo estarán debidamente documentados con la finalidad de mantener la pureza genética por varios ciclos de multiplicación.



Fig. 5. materiales blancos nativos antiguos

Banco de Germoplasma de campo de cacao
Nº de Accesoión: FFR 002

Origen: FFR10

Ubicado en el departamento de La Libertad, municipio de Jayaque, finca El Carmen. Altura sobre nivel del mar 940.

Descripción morfológica.

Variable cualitativa

Flor: pigmentación antocianica del pedicelo y sépalo de color verde claro, codificados de acuerdo a la tabla Munsell como 2.5 GY 8/4 y 2.5 GY 8/2 respectivamente; la lígula y el estaminodio son de color crema 5 Y 8/4 y 2.5 Y 8/2 respectivamente.

Hoja: en su estado joven son de color verde claro 5 GY 7/8; cuando alcanzan la madurez toman una coloración verde oscuro 7.5 GY 4/4; presentan la base aguda y el ápice acuminado.

Fruto: de forma elíptico, ápice agudo, constricción basal de ligero a moderado; la superficie es moderadamente rugoso con surcos de profundidad media. En su estado inmaduro presenta un acoloración verde, la cual en su madurez se vuelve amarillo 2.5 Y 8/10.

Semilla: elíptica con mucilago y cotiledón blanco.

Variables Cuantitativas	Resultado
Flor	
Longitud del sépalo (cm)	3.10
Anchura del sépalo (cm)	0.70
Hojas / Limbo	
Tamaño-largo (cm)	34.00
Ancho de lóbulos (cm)	10.00
Fruto	
Longitud (cm)	15.00
Diámetro (cm)	7.20
Grosor del exocarpo (mm)	15.00
Semilla	
Longitud de semilla (cm)	1.70
Anchura de semilla (cm)	1.10
Grosor de semilla (mm)	5.50
Número de semillas	28.00

CONCLUSIONES

Con la caracterización Morfológica *in situ* de materiales de CACAO NATIVO ANTIGUO *Theobroma cacao*, estarán debidamente documentado con sus datos de pasaporte, características cualitativas y cuantitativas

El cacao nativo antiguo juega un rol muy importante para la conservación del germoplasma y su utilización como fuente de genes para los programas de mejora genética.

Se elaboró un catálogo de materiales de cacao nativos seleccionados por CENTA.

RECOMENDACION

Continuar los trabajos de caracterización de cacao nativos antiguos para mantener la pureza genética por varios ciclos de multiplicación.

Promover una denominación de origen con los agricultores que conservan germoplasma nativo antiguo

LITERATURA CONSULTADA

Avendaño-Arrazate, C.H., Ogata-Aguilar, N., Gallardo-Méndez, R.A., Mendoza-López, A., Aguirre-Medina, J.F. y Sandoval-Esquivez, A. 2010. *Cacao Diversidad en México*. Publicación Especial N.º 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México, 86 p.

Castañeda Monroy, V , Aranzazu Hernández , F, Hernández Lovato, L, Quintanilla Monjaras , G, Morán Rodríguez, A, 2016 .Guía de conceptos básicos de genética en cacao, para su aplicación en la caracterización de germoplasma de cacao nativo de El Salvador. Mesa Nacional de Cacao de El Salvador, San Salvador, El Salvador, 84 P

ANEXOS

Anexo 1. Localidades y productores en donde se realizó la Caracterización Morfológica *In situ* en 44 materiales, se detallan los Departamentos y municipios a nivel nacional:

GERMOPLASMA DE CACAO			
Correlativo	Productor	Ubicación	Nomenclatura de árbol de origen
1.	Francisco Flores Recinos	La Libertad, Jayaque, Finca El Carne, tablón el corozón	FFR 10
2.	Francisco Flores recinos	La Libertad, Jayaque, Finca El Carmen	FFR 7
3.	Francisco Flores Recinos	La Libertad, Jayaque, Finca El Carmen, cerca de	FFR 4
4.	Dionicio Acevedo	La paz, San Emigdio, barrio La Paz	DA 2
5.	Susana Ortiz Rodriguez	la Paz , San Juan Tepezontes, Barrio la Cruz	SOR 1
6.	Juan Santos Caceres Martinez	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	JSCM 1
7.	Juan Santos Caceres Martinez	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	JSCM 2
8.	Arnoldo Caceres	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	AC 1
9.	Miguel Angel Zepeda	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	MAZ 1
10.	Josefa Pacas	Usulután , Cantón Los Horcones San Francisco Javier	JP 1
11.	Stefany Samayoa	Usulután, Tecapán , calle a Ctòn Cerro Verde, finca Los Ángeles	SS 1
12.	Roberto Lazo	Usulután , Pto. Parada, caserío el flor, finca San Luis	RL1
13.	Gabriel Rafael de la Cruz Jacinto	Cojutepeque, Cantón El carrizal	GRCJ1

14.	Agustín Navidad	Cojutepeque, Cantón El carrizal	AN 1
15.	Lisandro Argueta	San Miguel , San Matías, Ciudad barrios	LA 1
16.	Lisandro Argueta	San Miguel , Cantón San Matias, Ciudad Barrios	LA 2
17.	Simeon Aguilar Fuentes	San Miguel , Cantón San Matias, Ciudad Barrios	SAF 1
18.	Simeon Aguilar Fuentes	San Miguel , Cantón San Matias, Ciudad Barrios	SAF 2
19.	Jose Luis Cortez Marin	Sonsonate, Izalco, cantón Cruz grande, Chorro arriba	JLCM 14
20.	Jose Luis Cortez Marin	Sonsonate, Izalco, chorro arriba	JLCM 15
21.	Rosalio Amas	Sonsonate, Izalco, cantón Cruz grande, caserío los amas	RA 2
22.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA PENTAGON A
23.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA 1
24.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA 2
25.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA 3
26.	Ricardo George Lopez	La Libertad , cantón Primavera, Quezaltepeque	RGL 1
27.	Elsa Paredes	La Libertad , Canton San Benito, Teotepeque	EP 1
28.	Manuel de Jesus Aquino	San Miguel Tepezontes	MJA 1

29.	Gregorio Orellana Argueta	Morazan ,Canton pueblo viejo, caserio la quebarda, Arambala	GOA 1
30.	Gregorio Orellana Argueta	Morazan ,Canton pueblo viejo, caserio la quebarda, Arambala	GOA 2
31.	Gregorio Orellana Argueta	Morazan, Canton pueblo viejo, caserio la quebarda, Arambala	GOA 3
32.	Vitelio Alas Salguero	Chalatenango Dulce Nombre de Maria, finca 2 Alas	VAS 1
33.	Vitelio Alas Salguero	Chalatenango Dulce Nombre de Maria, finca 2 Alas	VAS 2
34.	Francisco Lozano Escamilla	Cuscatlán , canton platanares, caserio la vuelta de las vacas bravas, suchitoto	FLE 1
35.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 1
36.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 2
37.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 3
38.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 4

Anexo. 2. Los materiales que se identificaron como criollos antiguos de semilla blanca o crema fueron 21, durante la Caracterización Morfológica *In situ*:

GERMOPLASMA DE CACAO BLANCO ANTIGUO				
Correlativo	Productor	Ubicación	Nomenclatura de árbol de origen	Caracterización Morfológica
1.	Francisco Flores Recinos	La Libertad, Jayaque, Finca El Carmen, tablon el corozo	FFR 10	Semilla color Blanca
2.	Francisco Flores Recinos	La Libertad, Jayaque, Finca El Carmen, cerca de	FFR 4	Semilla color Blanca

3.	Susana Ortiz Rodriguez	la Paz , San Juan Tepezontes, Barrio la Cruz	SOR 1	Semilla color Blanca
4.	Arnoldo Caceres	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	AC 1	Semilla color Blanca
5.	Ricardo George Lopez	La Libertad , cantón Primavera, Quezaltepeque	RGL 1	Semilla color Blanca
6.	Agustín Navidad	Cojutepeque, Cantón El carrizal	AN 1	Semilla color Blanca
7.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA 1	Semilla color Blanca
8.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA 2	Semilla color Blanca
9.	Gregorio Orellana Argueta	Morazan, Canton pueblo viejo, caserio la quebarda, Arambala	GOA 3	Semilla color Blanca
10.	Vitelio Alas Salguero	Chalatenango Dulce Nombre de Maria, finca 2 Alas	VAS 1	Semilla color Blanca
11.	Vitelio Alas Salguero	Chalatenango Dulce Nombre de Maria, finca 2 Alas	VAS 2	Semilla color Blanca
12.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 3	Semilla color Blanca
13.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 4	Semilla color Blanca
14.	Miguel Angel Zepeda	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	MAZ 1	Semilla color Blanca
15.	Dionicio Acevedo	La paz, San Emigdio, barrio La Paz	DA 2	Semilla color Blanca
16.	Juan Santos Caceres Martinez	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	JSCM 1	Semilla color Blanca

17.	Juan Santos Caceres Martinez	Usulután, Comunidad Loma pacha. Cantón Chapetones, Tecapan	JSCM 2	Semilla color Blanca
18.	Josefa Pacas	Usulután , Cantón Los Horcones San Francisco Javier	JP 1	Semilla color Blanca
19.	Gregorio Orellana Argueta	Morazan ,Canton pueblo viejo, caserio la quebarda, Arambala	GOA 2	Semilla color Blanca
20.	Jaime Arevalo	Sonsonate, Izalco, Cantón Cangrejera, Calle a Estación de Izalco	JA PENTAGONA	Semilla color Blanca
21.	Adrian Asuncion	Cuscatlán, Loma de los García, Santa Cruz Analquito	AA 2	Semilla color Blanca
22.	Francisco Lozano Escamilla	Cuscatlán , canton platanares, caserio la vuelta de las vacas bravas, suchitoto	FLE 1	Semilla color Blanca



COMPORTAMIENTO DE MATERIALES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) FINOS Y DE AROMA PROMISORIOS PARA EL SALVADOR

Eufemia Segura Magaña

RESUMEN

En el marco de la conformación del Programa de mejoramiento genético del CENTA, con financiamiento USDA, se evalúan 10 materiales de cacao finos y de aroma locales seleccionados por su rendimiento, características morfológicas, moleculares y sensoriales, que fueron identificados dentro de la plataforma de cacao que El CENTA, ha realizado para el rescate y conservación de germoplasma blanco de El Salvador. Las parcelas se evalúan en tres altitudes, donde se estudia su comportamiento para obtener al menos un material elite para el establecimiento de un jardín clonal. El trabajo se ejecuta bajo la asesoría de los especialistas en cacao del INIFAP de México con el diseño utilizado por CATIE para parcelas clonales descrito así: bloques al azar, 10 tratamientos, 8 plantas por repetición, 4 repeticiones, 32 plantas por parcela y 3 localidades. Se evalúan variables de rendimiento, precocidad y presencia de enfermedades. Las parcelas fueron establecidas bajo riego con patrones en el mes de agosto del 2016, e injertadas en el mes de diciembre del mismo año, a febrero del 2018. A los 14 meses de edad se observan diferencias en los 10 materiales en evaluación, en cuanto a floración, tamaño de injertos y número de brotes en su orden de mayor a menor: MJA 001 >RA002 >JLCM 002 >JSCM 001 >FFR 003 > RL 001 >JA PENTAGONA >RGJ 001 > FFR 001 > LA 001. Con base a las observaciones realizadas se infiere que a la fecha los mejores materiales en cuanto a su precocidad y desarrollo se identifican 4 (MJA 001 >RA002 >JLCM 002 >JSCM 001) los cuales pasaran a formar parte del jardín clonal para su multiplicación y entrega a productores.

Palabras claves: Cacao finos y de aroma, germoplasma blanco

Investigadora programa Frutales y Cacao

INTRODUCCION

En El Salvador, el cultivo de cacao tiene vital importancia en el orden económico, social y ambiental. Es un producto de exportación y materia prima para las industrias de chocolates y sus derivados, es un cultivo generador de fuentes de empleo, divisas y de naturaleza conservacionista. Se producen 7692 qq (DGEA Cosecha 2013/14) y se demandan 20,000 qq abastecidos por: Guatemala, Nicaragua, Honduras, Brasil y Colombia.

Recientemente la ampliación de siembra de 989 mz. con 482 productores en el territorio, ha tenido una dinámica hacia la expansión de 9,160.50 mz. con 6,517 productores, por la incidencia de diferentes iniciativas privadas, sembrando en su mayoría patrones para su posterior injertación, sin que se cuente con germoplasma evaluado a nivel nacional para procesos masivos de multiplicación de plantas a bajo costo.

Nuestro país pequeño en sus áreas para producción de cacao, no puede ser competitivo en el mercado por volumen de producción, no así en cuanto a la calidad, que es una de las ventajas que podrían aprovecharse, dado que se cuenta con materiales finos y de aroma para los cuales el mercado internacional ofrece buenos precios. por lo tanto, se plantea la evaluación de materiales finos y de aroma de El Salvador, para Obtener al menos un material elite y el establecimiento de un jardín clonal.

MATERIALES Y METODOS.

Metodología de investigación (recomendada por CATIE)

Los materiales de interés se adquirieron con los productores dueños de los arboles requeridos,

Las parcelas se establecieron en las estaciones experimentales de Santa Cruz porillo, San Andrés I y Ahuachapán, se buscara que el área de la parcela tenga cobertura arbórea y si no fuere el caso, se le adicionara sombra temporal y permanente.

Distancia de siembra: El cacao se sembrara a 3 x3 m

Sombra provisional 1: Se estableció la sombra provisional de higuierillo (*Ricinus communis*) que se auto eliminara en un periodo de 2 años. Se establecerá a 3 x 3 en el mismo surco de la planta de cacao.

Sombra provisional 2: Se sembrara plátano a 3 x 3m en surcos intermedios del cacao

Sombra permanente: Se procurara un dosel superior con especies leñosas de acuerdo a la adaptación en cada zona; de crecimiento rápido, de fácil manejo y que generen algún ingreso económico. Se establecerá en surcos cada 12 metros.

Manejo de la plantación: Consiste principalmente en las podas que son diferentes según sean híbridos o clones.

Fertilización: las recomendaciones de fertilización estarán basadas en los resultados de los análisis de suelos de cada lote experimental.

Control de malezas: inicialmente en la preparación del terreno se utilizara químicos, posteriormente se realizaran manualmente dado que la sombra provisional ayudara en el control de la maleza El establecimiento de la sombra previo a la siembra (3-4 meses) ayuda a disminuir la cantidad y competencia de las malezas.

Control de plagas y enfermedades: Se realiza principalmente por medios culturales y manejo de la plantación. Según sea el caso se utilizaran bioinsumos.

Diseño de las parcelas experimentales: según el CATIE, se define la metodología para clones:

Diseño: bloques al azar

Número de tratamientos: 10

Número de plantas por repetición: 8

Número de repeticiones: 4

Número de plantas por parcela 32 plantas

Número de localidades: 3

Variables : Mazorcas sanas por parcela
Total de semillas por mazorcas por parcela
Mazorcas enfermes por parcela
Índice de mazorca,
Índice de semilla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales identificados con los valores más altos a la fecha en cuanto a las variables: largo de brotes, número promedio de brotes y floración ofrecen una tendencia en cuanto a la identificación de las materiales elites para su multiplicación. El clon con el promedio más alto en longitud del injerto corresponde LA 001, y el que tiene el promedio más alto en número de brotes: MJA 001 >RA002 >JLCM 002 >JSCM 001 >FFR 003 > RL 001 >JA PENTAGONA >RGJ 001 > FFR 001 > LA 001

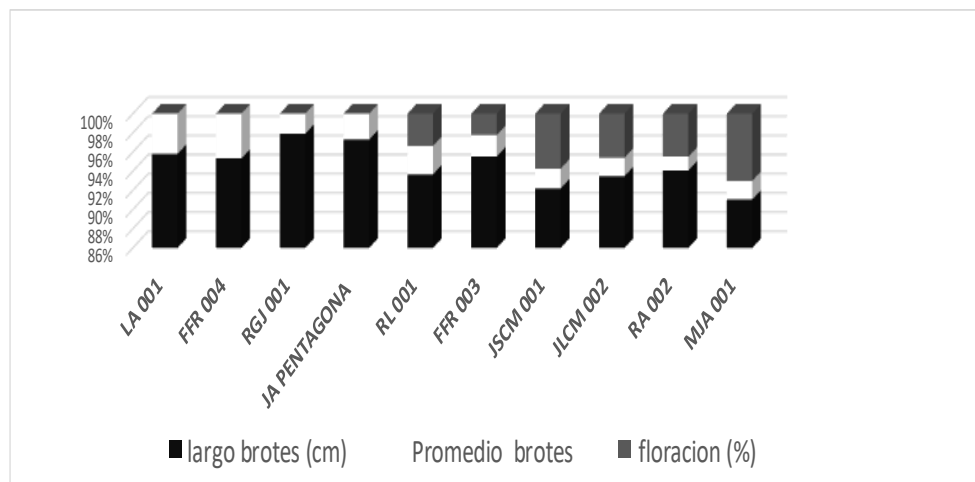


Fig 1. Comportamiento de cacao finos y de aroma. 2017

CONCLUSIONES

Con base a las observaciones realizadas se infiere que a la fecha los mejores materiales en cuanto a su precocidad y desarrollo se identifican 4 (MJA 001 >RA002 >JLCM 002 >JSCM 001) los cuales pasaran a formar parte del jardín clonal para su multiplicación y entrega a productores.

RECOMENDACIONES

Llevar el control del desarrollo de la parcela hasta su cosecha, evaluando las variables de rendimiento.

LITERATURA CONSULTADA

Morrera J.; Mora, A; Paredes, A. Phillips, W. 1992. Adaptación del cacao en Centroamérica y el Caribe; Metodología de evaluación. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. 12p

FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma.

Ministerio Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013. Estrategia Nacional del Medio Ambiente. P.11

Comportamiento productivo y sanitario de selecciones clónales de cacao. Compartiendo esperanza sistemas agroforestales de cacao una alternativa productiva, económica, ambiental y social ante el cambio climático” <http://www.caritasantana.org/detalleNoticia.aspx?IdNoticia=1158> Publicada el: 26/10/2015 12:09:00 p.m.

PROGRAMA DE AGROINDUSTRIA



CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE GENOTIPOS DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.) PARA IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES CON POTENCIAL DE SABOR FINO Y DE AROMA.

Ana Margarita Alvarado¹³

RESUMEN

La caracterización sensorial de cacao, tuvo como objetivo la determinación del potencial de sabor fino y de aroma de árboles ancestrales, colectados por prospección por parte de los investigadores del Programa de Frutales y cacao, Banco de Germoplasma y Biotecnología. El trabajo consistió en la caracterización de manera sensorial, de los granos de cacao de 20 genotipos de árboles; para esto se realizaron las operaciones post cosecha, aplicando el método de micro fermentación a cada muestra, para evaluar los genotipos que se encuentran distribuidos en todo el país. Se recibieron las muestras y se anotaron sus características de origen, luego se procedió a la toma de datos físicos y químicos como: Grados Brix del mucílago, pH, color de las almendras y dimensiones de las mazorcas; posteriormente se fermentó las muestras en un horno fermentador eléctrico a 35° Celsius, cuidando de darles las condiciones anaerobias por dos días, luego se aumentó la temperatura a 45°C. Seguido de esto se dio volteos cada 24 horas, para fermentación homogénea de los granos. Esto se realizó debido a que la caracterización fue de los granos de genotipos de cacao por árbol. y no se cuenta con una masa de cacao suficiente para incrementar temperatura de manera natural, debido a que la producción en nuestro país está en desarrollo. Después de la fermentación se procedió al secado de los granos, el primer día al sol tenue de forma indirecta para un oreo y luego al sol directo para secado completo, los días varían de acuerdo al tamaño de los granos. La humedad que se obtuvo en los granos fue de 6.5%. Obteniendo las muestras de cacao fermentadas y secas se procesaron, tostando, descascarillando y moliendo para la obtención de licor de cacao (pasta de cacao) y a este producto se le realizaron los análisis sensoriales por medio de paneles de catación experimentados en catar licor de cacao. Los resultados obtenidos se analizaron mediante una tabla de calificaciones de los sabores básicos, específicos y adquiridos, y la elaboración de los mapas de sabor, por medio de gráficos radiales. Se caracterizaron sensorialmente 20 muestras y 15 materiales promisorios con caracterización física y química. De las muestras evaluadas, en cuanto a los mejores atributos de sabor, 12 presentaron sabor a nuez como atributo de los cacaos criollos, y el resto presentan sabores y aromas especiales a floral y frutal, atributos caracterizados como finos y de aroma.

¹³Inga. Agroindustrial, Programa Agroindustria. CENTA. El Salvador_margarita.alvarado@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

La ejecución del proyecto cacao , tiene como objetivo revitalizar el cultivo de cacao, específicamente con materiales finos de aroma pero dado que dicho cultivo ha estado técnicamente olvidado, no se disponía de genotipos de árboles de cacao que reunieran las características de valor comercial que exigen las empresas que procesan chocolate. Para caracterizar materiales de cacao sensorialmente, es necesario evaluar sus características tanto fenotípicas como genotípicas. Se caracterizaron de manera sensorial 20 árboles de cacao previamente seleccionados por el equipo de investigadores del programa de frutales y cacao. El estudio se inició a partir de octubre del año 2016. En este año se sometieron al proceso de micro fermentación 10 muestras, en el año 2017 otras 10, en el año 2018 se les aplicó análisis sensorial. Realizándose también la micro fermentación de otros materiales promisorios caracterizados por el Banco de Germoplasma y Biotecnología. La calidad del chocolate depende fundamentalmente de la calidad de la almendra. Muchos investigadores coinciden en afirmar que la calidad del cacao está influenciada por los siguientes componentes: el hereditario (cultivar o grupo de cacao), manejo de post cosecha (fermentado, secado y torrefactado), y los factores ambientales. El objetivo de esta investigación fue determinar las características físicas y químicas del grano de cacao de de árboles en proceso de evaluación e identificar la variabilidad organoléptica en los genotipos de cacao seleccionados, en las actividades del proyecto USDA.

Se ha demostrado el efecto de la fermentación y el secado sobre la expresión máxima del potencial genético para el sabor de distintos genotipos de cacao. Por ello se ha sugerido que los métodos físicos, químicos y sensoriales deben ser combinados para proveer un enfoque holístico de evaluación de la calidad fina o sabor del cacao. (Campuzano, 2007)

El potencial del sabor varía considerablemente según el grupo de origen del cacao y dentro de cada grupo. Los cacaos Criollos y Trinitarios, generalmente tienen un diferente potencial de sabor respecto a los cacaos Forasteros. La mayor parte de los cacaos finos provienen de los dos primeros. (Miniagri, 2014).

MATERIALES Y METODOS.

El estudio se inició en octubre del año 2016 en el Programa de Agroindustria, se caracterizó 35 árboles a la fecha, en cuanto al proceso de micro fermentación; 10 en el 2016, 10 en el 2017 y 15 en el 2018. Siendo completados con su análisis sensorial 20. Los frutos fueron colectados a través de prospección realizada por investigadores del Programa de Frutales y Cacao, Biotecnología y Banco de Germoplasma.

La caracterización sensorial de los genotipos de cacao se realizó en tres etapas, a continuación se describe:

1. Se realizó la post cosecha de cacao en el Programa de Agroindustria y Laboratorio de Alimentos de CENTA, haciendo uso del fermentador eléctrico, aplicando el método de micro fermentación a los granos de cada árbol. En ésta etapa fueron evaluados los parámetros físicos y químicos. Estos fueron pH, peso en baba, Brix del mucilago, número de almendras en 100 gramos, y tamaño de la mazorca, color de la semilla y días de fermentación; en el grano fermentado y seco se determinó:

peso seco de la muestra, índice de semilla (# semillas en 100 gramos), índice de mazorca (# mazorcas para 1 kilogramo de grano seco), número de semillas por mazorca, peso de 100 almendras para determinar el calibre del grano.

Protocolo de micro fermentación aplicado

- A. Recepción de muestra
 - B. Anotaron en boleta de recepción datos que trae del campo. (Anexo n°1, boleta de ingreso de muestra)
 - C. Se midió las dimensiones de la mazorca (largo y grosor de la cascara) y luego se tomaron los datos de pH y °Brix en mucilago y color de semilla.
 - D. Se pesaron las muestras de cacao en baba
 - E. Las muestras en baba se introdujeron en una bolsa de polietileno con agujeros en la parte inferior y de manera compactada.
 - F. Se sometieron las muestras al proceso de fermentación, para ello se utilizó un horno fermentador eléctrico, para controlar las temperaturas de proceso ya que debe iniciarse a 35 Celsius e incrementarse al tercer día a 45 y en unos casos llega hasta 50° Celsius.
 - G. Las muestras se expusieron a condiciones anaeróbicas por dos días (evitando así la entrada de aire a las mismas), día de ingreso: viernes y día lunes se airean y remueven los granos, para dar paso a la segunda fermentación que es la acética.
 - H. Después del tercer día se dieron los volteos cada 24 horas, para uniformizar la fermentación del grano.
 - I. Después de abrir granos y observar penetración de ácido, finaliza el proceso y se anotó los días de fermentación. Se procede a un oreo (Luz solar tenue) por un día
 - J. Secado al sol durante 3-4 días en tiempo soleado, dependiendo del cacao
 - K. Determinación de parámetros físicos, tales como peso seco, índice de grano (número de granos en 100 gramos), índice de mazorca (número de mazorcas por peso seco en kilogramos), (1000 entre el índice de mazorca), peso de grano de cacao (100 entre el índice de grano)
2. En el laboratorio de tecnología de alimentos se procesó las muestras mediante tostado en horno de convección a Temperatura de 110 a 150°Celsius por 15 a 45 minutos, temperaturas en las que se dan las reacciones de Maillard, responsables del desarrollo de color y aroma presente por efecto de la fermentación (Aldave, P. 2016) descascarillado de forma manual y molienda en molino para muestras para obtener el licor. La temperatura y el tiempo de tostado varía de acuerdo al tamaño del grano.
 3. Las muestras de licor de cacao de cada árbol, se caracterizaron sensorialmente, mediante pruebas organolépticas; realizadas por un panel de expertos catadores, para determinar atributos de sabor y aroma.

Para terminar la investigación hace falta caracterizar 26 muestras.

Los materiales utilizados fueron:

- azorcas de cacao (peso de grano variable, de acuerdo a los frutos de los árboles)
- 100 Bolsas de polietileno
- 10 contenedores plásticos con tapa de ½ galón
- Horno fermentador eléctrico

- 1 pH metro
- 1 Termómetro de espiga
- 1 Micrómetro para medir tamaño de partícula
- Navaja para abrir semillas en proceso de fermentación
- Vernier
- Tabla para medir
- 1 Refractómetro de campo
- 1 Horno tostador
- 1 Molino de muestras
- Utensilios para procesar el cacao y análisis sensorial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

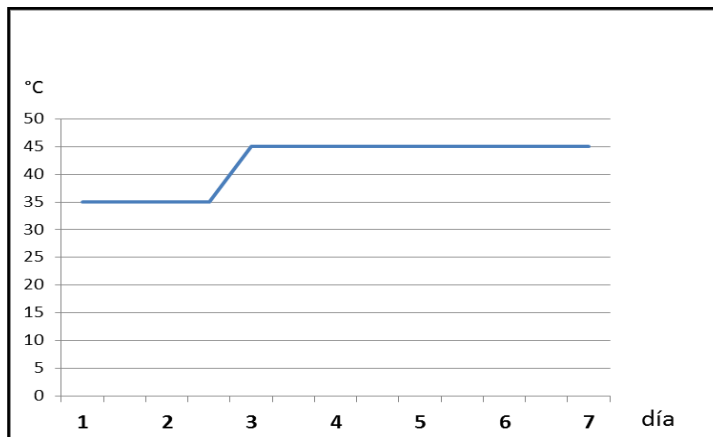


Figura 1. Registro de temperatura en la micro fermentación

En la figura 1. Se representa el registro de la temperatura en el horno fermentador, que normalmente llega a 45°. Cuando la masa de cacao es mayor 500 gramos, alcanza mayores valores de temperatura llegando algunas a 50° Celsius. Esto favorece a una buena fermentación.

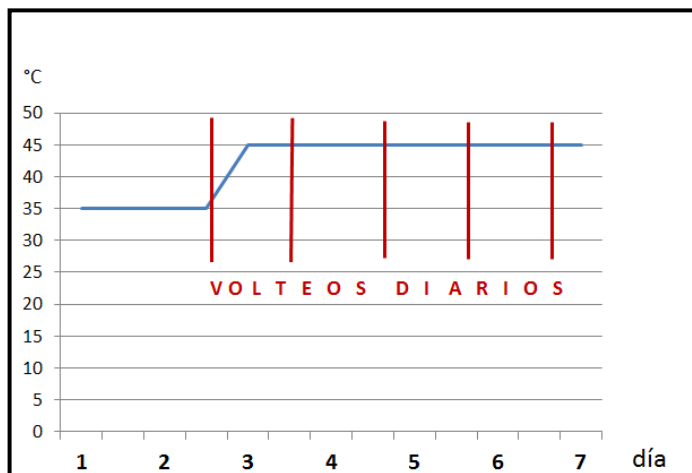


Figura No. 2: Registro de los días de volteo de las muestra

En la fig.2 se muestra que después de 2 días de fermentación anaeróbica, se dan los volteos cada día y en esta etapa sucede la fermentación aeróbica.

(Campuzano, 2017) en su cita a (Liendo, 2003). Indica que la genética del grupo de los cacaos criollos tiende a producir un bajo sabor a cacao, pero favorecen un alto nivel de notas de sabor a nuez. De acuerdo a esto los resultados del cuadro 3. del análisis sensorial, 12 materiales analizados presentaron sabor a nuez.

El 100% de los 20 materiales evaluados presentan sabores y aromas especiales, que de acuerdo a (R. Agropecuaria, 2014), el grupo superior pertenece a cacaos que presentan atributos requeridos por los nichos de mercados de cacaos especiales, como el sabor frutal y floral, se caracterizan por tener buena intensidad y calidad aromática.

En anexo. 2 se presentan las figuras de los mapas de sabor de las demás muestras evaluadas.

CUADRO No. 1: RESULTADOS DE MICROFERMENTACIÓN DE GENOTIPOS DE CACAO .

Correlativo de muestra	MUESTRA # Ingreso a PAI	FECHA RECEPCIÓN	CÓDIGO ÁRBOL DE ORIGEN	IDENTIFICADO EN LA PARCELA DE EVALUACIÓN	# Mazorcas	Peso en baba	PESO EN BABA gramos por mazorca (prom.)	* Brix en Mucilago	pH de mucilago	Tamaño mazorca en cm	Grosor cáscara en mm	Color semilla	peso seco g	% peso seco de baba	INDICE DE SEMILLA (# semillas en 100 g)	INDICE DE MAZORCA (# mazorcas/ peso seco en kg)	Peso de grano seco en g por mazorca (1000/IM)	No. de semillas por mazorca	Peso por semilla de cacao (en g) (100/IS)	Días en fermentación
1	3		FFR7	FFR 003									393		76				1.32	5
2	6	16-nov-16	SAF 1	SAF 001	6	453	76			15	15		178	39%	69	34	30	20	1.45	5
3	7	18-nov-16	SS 1	SS 001	7	457	65			14	16		202	44%	104	35	29	30	0.96	5
4	8	22-nov-16	RA 2	RA 002	5	640	128	16.5		19	15		237	37%	68	21	47	32	1.47	5
5	9	24-nov-16	FFR 10	FFR 002	6	650	108	12		15	13		263	40%	72	23	44	32	1.39	5
6	12		LA-1	LA 001	5	460	92	13.5	4	*		morada/blanca	166	36%	75	30	33	25	1.33	5
7	15	13-dic-17	SAF 2	SAF 002	5	550	110	11.5	4	14	9	blanca, poco morado	218	40%	101	23	44	44	0.99	5
8	17	13-dic-17	LA- 2	LA 002	6.5	688	106	12.5	4	14	7	morada/blanca	250	36%	63	26	38	24	1.59	5
9	18	23-dic-17	MJA 1	MJA 001	4	460	115	19	3	*		morada	222	48%	68	18	56	38	1.47	4
10	21	10-mar-17	AA 1	AA 001	5	637	118	16	4	16	8	blanca 100%	249	42%	68	22	45	31	1.47	5
11	25		JLCM 14	JLCM 001	6	519	87	19	3.5	13.5	8	Casi toda blanca	216	41%	112	28	36	40	0.89	6
12	27	29-ago-17	RA 4	RA 001	3	405	135	18	3.5	23	18	violeta con blanco	150	37%	80	20	50	40	1.25	7
13	30	4-oct-17	FFR 4	FFR 004	9	720	80	16	4	21	13	blanca 100%	162	23%	91	56	18	16	1.10	6
14	31	11-oct-17	JLCM 15	JLCM 002	10	1055	106	14.5	3	17	13	morada	372	35%	86	27	37	32	1.16	7
15	37	2-feb-18	JSCM 2	JSCM 002	5	526	105	15	3.7	15	8	blanca 100%	190	36%	64	26	38	24	1.56	4
16	42	12-abr-18	JSCM 001	JSCM 001	10	985	99	15	4	14	8	blanca 100%	355	36%	72	28	36	26	1.39	5
17	44	12-abr-18	MAZ 01	MAZ 02	10	1020	102	15	3	17	8	blanca adentro, viol. afuera	414	41%	64	24	41	26	1.56	6
18	45	25-abr-18	DA 01	DA 02	7	960	137	8	3	14	10	blanca 100%	339	35%	65	21	48	31	1.54	6
19	46	4-may-18	JA Pent.	JA Pent.	13	526	40	14	3.5	11	8	violeta	182	35%	173	71	14	24	0.58	5
20	48		AC	AC 001																

En el Cuadro No. 1, se muestran los resultados de micro-fermentación de las muestras de cacao por árbol de los genotipos seleccionados en el Programa de Frutales y cacao, importante para la caracterización morfológica y sensorial de los materiales.

De la muestra AC 001 no se reporta datos de micro fermentación, debido a que se consiguió grano fermentado por el productor, quedando pendiente para la cosecha de agosto/18

CUADRO No. 2: RESULTADOS DE MICROFERMENTACIÓN DE GENOTIPOS DE CACAO SELECCIONADOS POR BANCO DE GERMOPLASMA Y BIOTECNOLOGÍA

Correlativo de muestra	MUESTRA # Ingreso a PA	Selección	FECHA RECEPCIÓN	CÓDIGO ÁRBOL DE ORIGEN	IDENTIFICADO EN LA PARCELA DE EVALUACIÓN	# Mazorcas	Peso en baba	PESO EN BABA gramos por mazorca (prom.)	° Brix en Mucílago	pH de mucílago	Tamaño mazorca en cm	Grosor cáscara en mm	color semilla	peso seco g	% peso seco de baba	INDICE DE SEMILLA (# semillas en 100 g)	INDICE DE MAZORCA (# mazorcas/peso seco en kg)	Peso de grano seco en g por mazorca (1000/IM)	No. de semillas por mazorca	Peso por semilla de cacao (en g) (100/IS)	Días en fermentación
1	4	OTROS	14-nov-16	CEDA 1		7								170		61	21	47	29	1.64	5
2	5	OTROS	14-nov-16	CEDA 173		4		126						142	28%	110	28	36	39	0.91	5
3	13	OTROS	12-dic-17	SAF 003		5	575	115	16	4	*		morada/blanca	236	41%	66	21	47	31	1.52	5
4	19	OTROS	19-ene-17	DA 002		3	255	85	13	3	14	10	blanca, poco morado	60	24%	104	50	20	21	0.96	5
5	22	OTROS	8-jun-17	GOA 3	GOA 003	7	423	61	13.5		12.6	12	blanca	130	31%	92	29	34	17	1.09	5
6	23	OTROS	8-jun-17	GOA 1	GOA 001	13	885	68	10.5		13.4	13	blanca	201	23%	95	65	15	15	1.05	5
7	24	BG	8-jun-17	JP 1	JP 001	8	846	106	15.5		11.4	8	blanca	247	29%	107	32	31	33	0.93	5
8	32	OTROS	18-oct-17	Roberto Gomez		6	588	98	15.5	2.5	19	11	morada y blanca	242	41%	91	25	40	37	1.10	6
9	33	BG	16-nov-17	JA 2	JA 002	2	115	58	17	3	14	11	blanca	39	34%	113	51	20	22	0.88	6
10	34	BG	12-ene-18	JA 1	JA 001	3	210	70	20	4	14.5	9.5	blanca con violeta	79	38%	124	38	26	33	0.81	5
11	35	BG	22-ene-18	VAS 1	VAS 001	17	1091	64	8	3	15	9	blanca 100%	465	43%	78	37	27	21	1.28	4
12	36	BG	22-ene-18	VAS 2	VAS 002	9	550	61	10	3	15	11	blanca 100%	231	42%	71	39	26	18	1.41	4
13	38	BG	16-feb-18	JA 03	JA 003	11	510	46	15	3	16	11	blanca con violeta	154	30%	140	71	14	20	0.71	5
14	39	BG	23-feb-18	AA 01		12	1540	128	12.5	3	17	8	blanca 100%	553	36%	65	22	46	30	1.54	5
15	40	BG	13-mar-18	JA 03	JA 003	4	300	75	12	3	14	8	adentro, viol.	27	9%	172	151	7	11	0.58	5

En el Cuadro No. 2, se muestran los resultados de micro-fermentación de las muestras de cacao por árbol de los genotipos seleccionados como promisorios de potencial de sabores fino y de aroma.

CUADRO 3. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL EN GENOTIPOS DE CACAO.

Correlativo	Código de PAI	Origen	Descripción Sensorial	Sabores Básicos					Sabores Específicos				Sabores Adquiridos	
				Acidez	Amargor	Astringencia	Dulce	Salado	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Moho	Verde
1	3	FFR003	Olor agradable a chocolate, sabor intenso a cacao y chocolate, con notas a nuez, sabores básicos moderados, sin percibir lo dulce y salado. La muestra presenta sabor leve a pimienta una acidez característica de los frutos rojos, sabor ligero a ciruelas pasas, sabores muy complejos.	4	4	3	0	0	6.5	0	0	3.5	1	0
2	6	SAF001	Sabor afrutado similar al fruto de la pera, con una astringencia media y sabor amargo casi inapreciable.	0	2	5	0	0	0.5	0.5	2.5	0	0	1
3	7	SS001	Olor a grano fermentado, con sabor floral y fruto de cacao bien desarrollados color café claro, amargo y astringente casi imperceptible, con sabor ligero a nuez.	3	2	2	0	0	3	0	0	3	2	0
4	8	RA2	Brillo intenso, color café oscuro, olor a maní y cacao, con potencial para elaborar chocolate, sabor a café negro y notas a nuez fresca.	0	4	5.5	0	0	3.5	0	0	2	0	0
5	9	FFR002	Color café, olor a cítrico similar a mandarina pero casi imperceptible, sabor amargo medio acompañado con una astringencia ligera similar a semilla de marañón, pequeñas notas a nuez al final del paladar.	0	5	4	0	1	0	0	0	1	0	1
6	12	LA001	Sabores básicos de astringencia y amargor bien desarrollados. Olor a un buen fermentado, de apariencia agradable.	1.5	5	5.5	0	1.5	0	0	0	0	0	2.5
7	15	SAF002	Brillo medio, color marrón neutro, sabor astringente dominante, con pequeñas notas afrutado. Olor inicial a cacao.	0	1.5	4.5	0.5	0	2	0	2.5	0	0.5	0
8	17	LA2	Color café oscuro, brillo intenso, sabor a plátano maduro frito, poco aromatizado, sabor afrutado bien desarrollado junto a la astringencia.	2	0.5	5	0	0	0	0	4	0	0.5	0
9	18	MJA001	Sabor a floral de ligero a medio. La muestra presenta un olor a fruta agradable, ligero a chocolate, olor pasas, sabor a café.	0	1.5	4.5	0	3.5	1	4	2	0	0.5	0.5
10	21	AA001	Buena apariencia por su color marrón característico de una buena fermentación. Con olor a cacao, sabor ligero a pasas, con acidez media y sabor a almendra seca.	5.5	0	1.5	0	0	0	0.5	0	2.5	0.5	0
11	25	JLCM001	Olor a fruta seca, similar a la almendra tostada, sabor ligero afrutado y nuez, agradable al paladar. Astringencia y amargor presente, sabor a cacao característico a chocolate	4	4.5	5.5	0	1	0.5	0.5	3.5	1	0.5	1
12	27	RA001	Sabores característicos a grano fermentado, con notas de amargor y astringencia, con pequeñas notas a cacao y nuez al final del paladar.	4.5	3.5	4	2	2.5	3	0	1	2	0	0
13	30	FFR 004	La muestra presenta sabor a maní y a vino, una astringencia característica de la madera. Color café claro	1.5	0	4	0		1	0	0	2	0	0
14	31	JLCM002	Presenta muy buenos olores a flores, con sabor a floral dulce. La muestra presenta olor agradable a vino tinto, sabor terroso a ciruelas y a pasas. Presenta sabores bien balanceados dejando buen regusto en el paladar.	2	2.5	1	4.5	0	1	3	2	1.5	0	0.5
15	37	JSCM 002	Brillo excelente, sabor a maní con limón, con pequeñas notas a chocolate salado medio al final del paladar.	6.5	0	3.5	0	5.5	1.5	0	1	6	0	0
16	42	JSCM001	Color café, brillo medio, olor a fruto fresco, sabor astringente, amargo y acidez en intensidad similar que opacan las notas de sabores específicos a excepción de las notas a maní.	5.5	5	6	0	0	0	0	2	5	0	0
17	44	MAZ01	Olor a almendro intenso, brillo intenso, color café claro, con sabor dominante a nuez y notas de sabor ácido y astringente leves.	4	0	5	0	4.5	1.5	0	3	7	0	0
18	45	DA01	Olor a nuez seca, color café rojizo, brillo intenso, sabor a chocolate con nuez y astringencia leve.	1.5	0	4.5	0.5	0	4	0	1.5	7	0	0
19	46	JA PENTA	Olor agradable a maní tostado, astringencia dominante, sabores específicos casi inexistentes. Acidez muy leve y brillo medio.	1.5	1.5	2.5	0	0.5	1.5	0	0	0	0.5	0
20	48	AC001	Color café claro característico del cacao tipo criollo, brillo medianamente intenso, olor a mantequilla de maní, intenso sabor ácido junto a notas de sabor a maní salado.	4.5	0	1	0	2	0.5	0	0	7.5	0	0

CONCLUSIONES

De las muestras mejor evaluadas, el genotipo con código FFR 003, presentó mayor complejidad en los resultados de las pruebas organolépticas en cuanto a sabor y aroma.

Se tienen caracterizadas 20 muestras de cacaos que reportan sabores finos de aroma.

RECOMENDACIONES

Se recomienda en lo posible aumentar la cantidad de cacao por muestras, para mejorar el proceso de fermentación.

Evaluar el momento idóneo a la hora de cortar las mazorcas ya que si no se tiene ese cuidado, presentan sabores a verde, característicos de una cosecha incorrecta.

Cuidar la correcta conservación de las muestras, para evitar que sean contaminadas con olores ajenos al cacao.

LITERATURA CONSULTADA

Campuzano.V, 2007, Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), Para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial, Quevedo - Los Ríos Ecuador, Consultado el 27 de Octubre del 2016, Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/>.



MINIAGRI, 2014, Influencia del cultivar en la calidad del cacao. Consultado, Octubre 2016, Disponible: http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio_cacao/4_2_la_influencia_del_cultivar_en_calidad.pdf.

Aldave. PJ, 2016, Efecto de la temperatura y tiempo de tostado, en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedente de Uchiza, San Martín-Perú para la obtención de NIBS.

R. Agropecuaria y Forestal, 201, Características físicas, químicas y organolépticas. APF 3(1): 55-60, Caracterización de los atributos de calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) del municipio de Castillo Marisol Ventura.

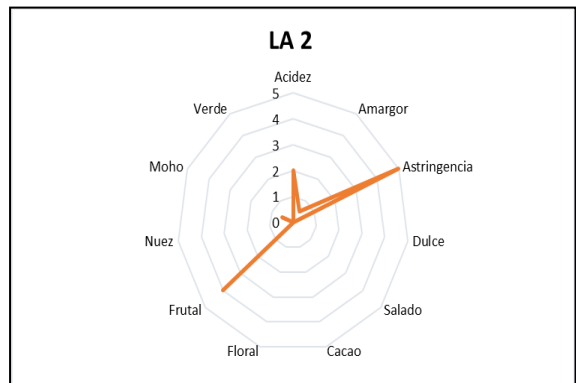
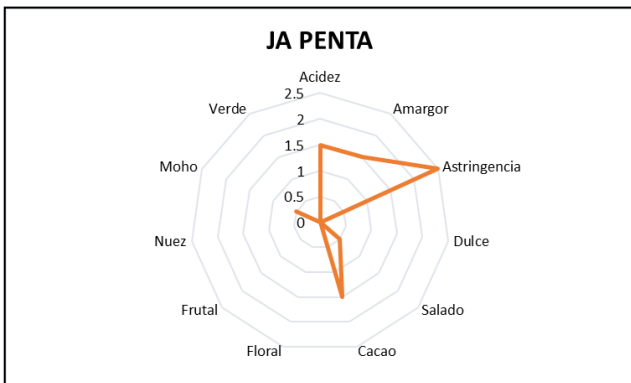
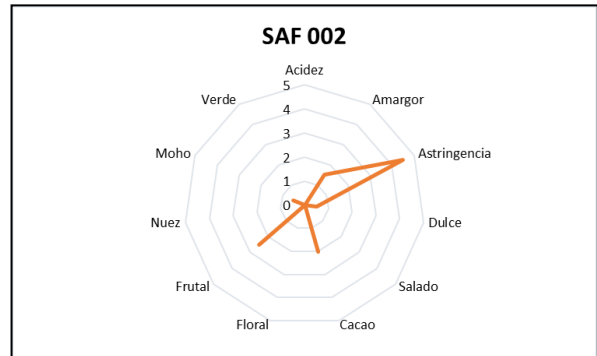
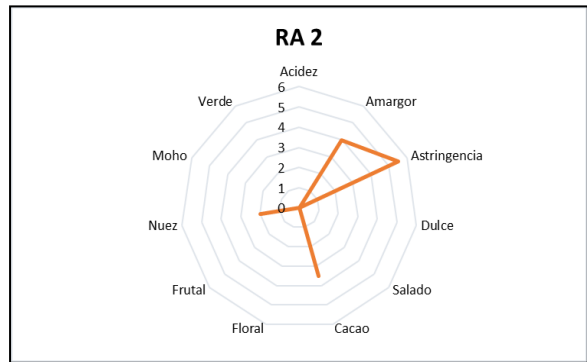
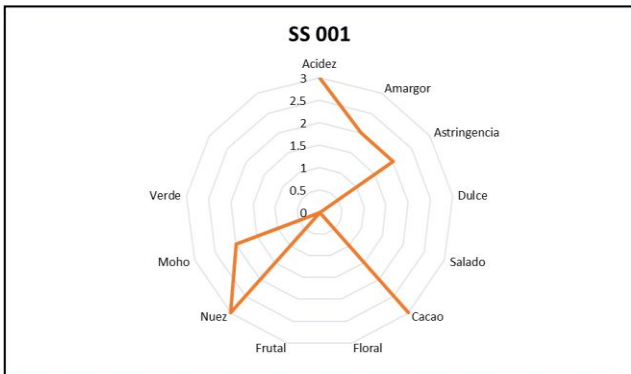
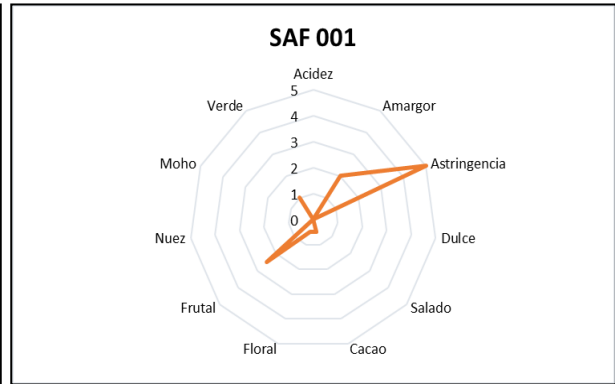
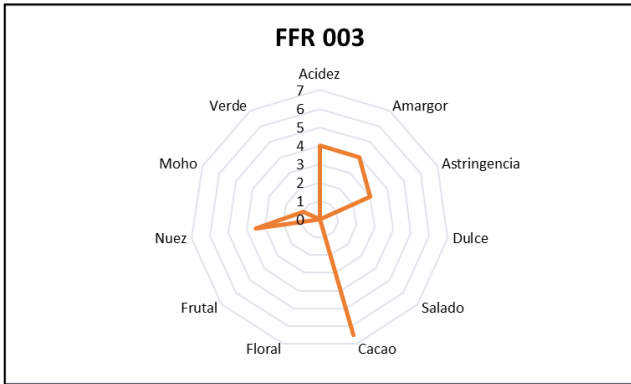
ANEXOS:

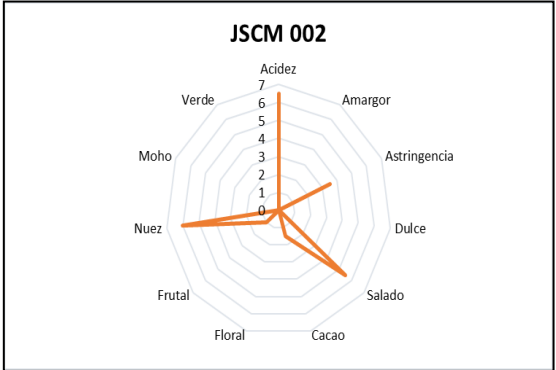
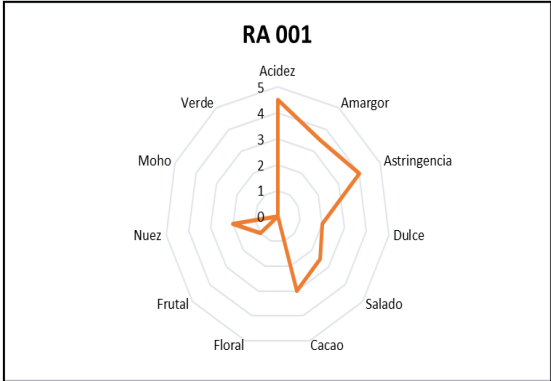
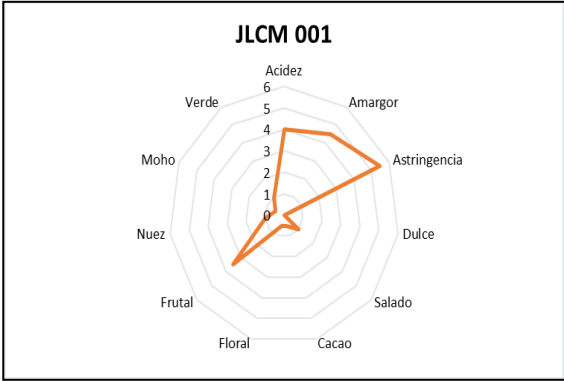
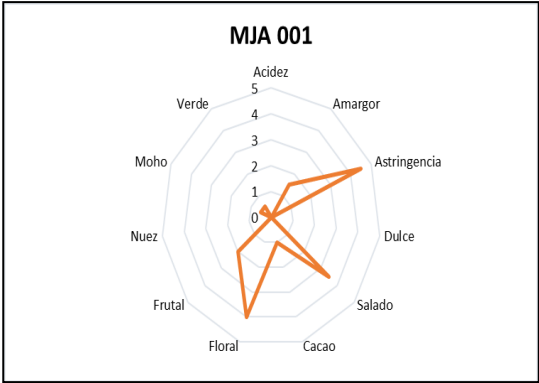
ANEXO 1. BOLETA DE INGRESO DE MUESTRA

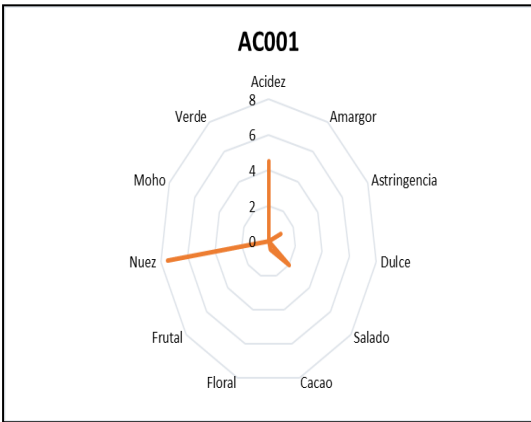
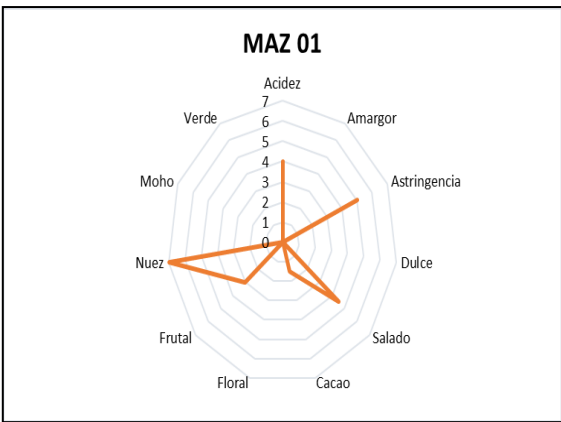
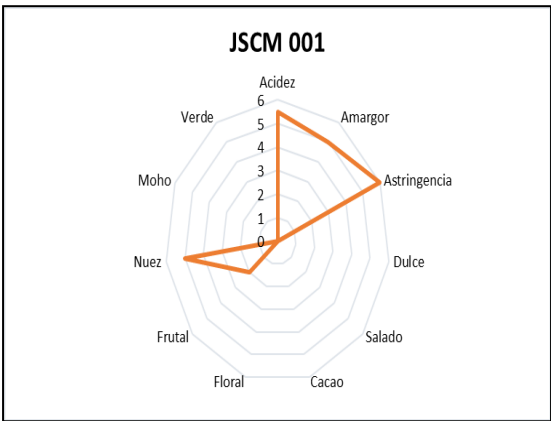
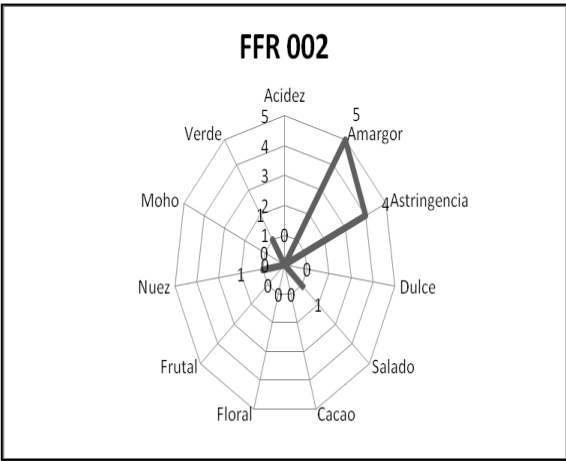
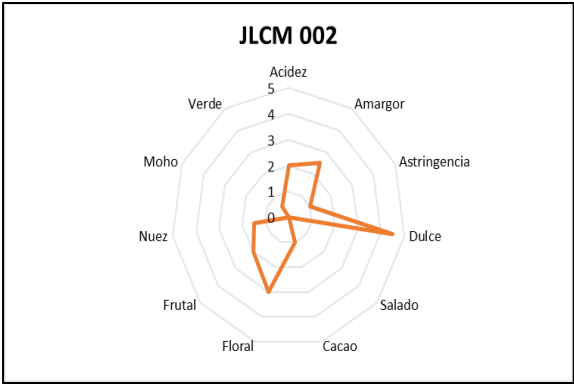
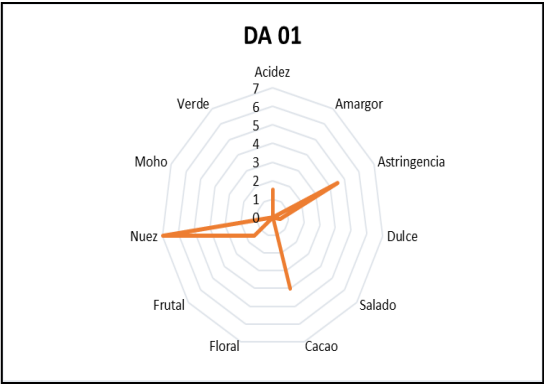
 CENTA Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal		 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA GOBIERNO DE EL SALVADOR UNIDOS CRECEMOS TODOS	
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL ENRIQUE ALVAREZ CÓRDOVA			
GERENCIA DE INVESTIGACIÓN <i>PROGRAMA DE AGROINDUSTRIA</i> PROTOCOLO EXPERIMENTAL			
Caracterización sensorial de genotipos de cacao (Theobroma Cacao L.) para identificación de árboles con potencial de sabor fino y de aroma			
FECHA DE INGRESO	<input type="text"/>	PROCEDENCIA: Municipio:	<input type="text"/>
No ENTRADA DE MUESTRA	<input type="text"/>	Departamento:	<input type="text"/>
NOMBRE DE MUESTRA:	<input type="text"/>		
NOMBRE DEL PRODUCTOR Ó PRODUCTORA:	<input type="text"/>		
NOMBRE DE QUIEN ENTREGA LA MUESTRA:	<input type="text"/>		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Número de mazorcas	<input type="text"/>		
Tamaño de mazorca	<input type="text"/>		
Grosor de la cáscara	<input type="text"/>		
Número de semillas por mazorca	<input type="text"/>		
Grados °Brix baba	<input type="text"/>		
pH baba	<input type="text"/>		
Color interno de la semilla	<input type="text"/>		
Peso en baba	<input type="text"/>		
Sabor y aspecto de la baba	<input type="text"/>		
COMENTARIOS:			
<input type="text"/>			

ANEXO. 2 GRÁFICOS DE ANÁLISIS SENSORIAL DE 20 MUESTRAS

También conocidos como mapas de sabor.







PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES



VALIDACIÓN DE *TRICHODERMA SP.* COMO TRATAMIENTO DE SEMILLA EN EL CULTIVO DE FRÍJOL (*PHASEOLUS VULGARIS*) EN EL SALVADOR.

Guillermo E. Hurtado R.*

RESUMEN

El cultivo de frijol es una leguminosa importante por ser una fuente barata de proteína y parte de la dieta alimenticia de la familia, por lo que es necesario protegerlo del ataque de las plagas y enfermedades. La presente validación se implementó en cuatro zonas frijoleras, con ocho productores seleccionados. Cada uno llevó una repetición en coordinación con el técnico extensionista e investigador. Se utilizó diseño experimental de parcelas apareadas, con dos tratamientos T1 (*Trichoderma sp.* como tratamiento de semilla), T2 testigo (lo realizado por el productor), el análisis estadístico, fue prueba de (t) student, el análisis económico de presupuestos parciales. Se realizaron dos muestreos a los ocho y quince días después de la siembra; donde en cada parcela, se tomaron dos surcos centrales y en una muestra de cien plantas por surco lineal, se contaron plantas enfermas por mal de talluelo. Los resultados fueron altamente significativos según prueba de t student al 1% de probabilidad. El T1 presentó menor porcentaje de incidencia de plantas enfermas a los ocho días (2.98%), y a los quince días (6.0%) superado por T2 que presentó valores más altos de plantas enfermas (5.96 y 9.86%) respectivamente. Con respecto al rendimiento el T1 con (1,644.3 kg/ha) fue superior al testigo; que presentó rendimientos de (952.53 kg/ha). El análisis económico demuestra, que *Trichoderma sp.* es rentable y produce un aumento en el ingreso neto del productor de \$68.86/ha y la relación beneficio costo índico que por cada dólar invertido en la nueva tecnología (T1). Recupera el dólar más \$1.03, de igual forma para el tratamiento T2 el productor recupera el dólar más \$ 0.15. Según las reuniones participativas con los productores involucrados en aplicar *Trichoderma sp.*, como tratador de semilla el 100% la aceptan, por ser una alternativa efectiva contra enfermedades radiculares y amigable con el ambiente.

Palabras claves: frijol, leguminosa, *Trichoderma sp*, tratador de semilla.

* Técnico investigador del Programa de Recursos Naturales CENTA

INTRODUCCIÓN

El cultivo de fríjol es importante en nuestro país por ser parte de la dieta alimenticia diaria de cada familia salvadoreña, y su alto valor nutritivo que esta leguminosa tiene es considerado una fuente económica de proteínas (alrededor de un 22%). Los hongos más importantes que atacan al cultivo a nivel de suelo son los géneros: *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* y *Fusarium*, tradicionalmente algunos productores, utilizan productos químicos indiscriminadamente, haciendo mezcla de fungicidas para controlarlos, estos productos son peligrosos para la salud y contaminan el medio ambiente, el control biológico de estos patógenos que destruyen el sistema radicular del cultivo es una alternativa que se debe de utilizar. Por este motivo se realizó la presente validación en coordinación con las agencias de extensión de San Martín, San Vicente, Quezaltepeque y Armenia sobre el uso de *Trichoderma sp.*, en la protección de semilla del cultivo de fríjol. El objetivo general de este trabajo fue: contribuir a la disminución de la contaminación de fungicidas químicos en los suelos y garantizar un control biológico de patógenos de suelo con *Trichoderma sp.* con una producción de frijol común más saludable. Además se comprobó la eficacia de *Trichoderma sp.*, en el control de hongos patógenos del suelo en el cultivo de frijol. Se comprobó agrónomicamente la disminución de la incidencia de las enfermedades radiculares y económicamente a través de beneficio/ costo de la tecnología. Estudios realizados por Reyes R.A. et al (2002) en Cuba, comprobaron la eficacia de la actividad antagonista biocontroladora in vitro de la cepa A34 de *Trichoderma harzianum*, sobre la enfermedad provocada por *Sclerotium rolfsii*. Mejía M.A. (2008) menciona que durante el periodo de 1983-1989 CENSA realizó importantes acciones de validación en áreas específicas de trabajo, obteniéndose muy buenos resultados en maíz; en los sistemas maíz y frijol, maíz y sorgo; con los maíces, H-9, H-53, H-56, aceptados por los productores

MATERIALES Y MÉTODOS

La validación se realizó en coordinación con las agencias de extensión de Armenia, Quezaltepeque, San Martín, San Vicente, en los municipios de Talnique, Tepecoyo y Quezaltepeque, del departamento de La Libertad, Suchitoto, San José Guayabal, en el departamento de Cuscatlán, Apastepeque y Tecoluca del departamento de San Vicente. El ensayo tuvo una duración de cuatro meses (agosto- noviembre 2017). Se establecieron 8 repeticiones, una por localidad el tamaño de la parcela fue de 500 metros cuadrados, el diseño experimental fue de parcelas apareadas, los tratamientos evaluados fueron: T1 *Trichoderma sp.*, como tratador de semilla, T2 testigo lo que hace el productor para combatir los hongos patógenos, aplica una mezcla de fungicidas Derosal (Carbendazim) + Previcur (Propamocarb), las variables que se midieron fueron: incidencia de la enfermedad y rendimiento, para medir la incidencia se realizaron dos muestreos: el primero a los ocho días y el segundo a los quince días después de la germinación; donde se tomaron dos surcos centrales de cada parcela y en una muestra de doscientas plantas se tomó el porcentaje de incidencia de plantas enfermas., el rendimiento se tomó a la cosecha y la aceptación de la tecnología, con reuniones participativas con los productores involucrados donde se les preguntó su opinión sobre lo que percibieron de usar *Trichoderma sp* como tratador de semilla. Se realizó análisis estadístico con prueba de (t) student y análisis económico en base a presupuestos parciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la mayor incidencia de la enfermedad se presenta en el tratamiento testigo que presentó el mayor porcentaje de plantas enfermas de mal de talluelo y el tratamiento con *Trichoderma sp.*, presentó los valores más bajos de incidencia lo que concuerda con Mihuta-Grimm y Rowe (1989) demostraron que *Trichoderma sp.*, fue efectivo en el control de *Rhizoctonia*, también Cook R. Baker K. (2006) mencionan que *Trichoderma sp.*, produce compuestos anti fúngicos que actúan sobre *R. solani* y *S. rolfsii* ocasionando la destrucción de sus hifas reflejados en cuadro 1., y fig. -1, presentan diferencia altamente significativa al 1%, según prueba de (t) student con respecto al porcentaje de plantas enfermas, donde el T1, resultó con el menor porcentaje de incidencia de plantas enfermas a los 8 y 15 días después de la germinación superado por el tratamiento T2. En cuanto al rendimiento cuadro-1, fig-2, el tratamiento T1 resultó con el rendimiento más alto, superando al testigo respectivamente. Esto concuerda por lo informado por Harman (2006) y Vinale (2008) nuevos mecanismos con los cuales *Trichoderma sp.*, ejerce su acción como antagonista y colonizador de las raíces como son: Aceleración del desarrollo radicular que posibilita la tolerancia al estrés por parte de la planta. Solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos, estimulación del crecimiento vegetal, Inducción a resistencia, Lo que lleva a un mejor desarrollo del cultivo.

Cuadro 1. Porcentajes de incidencia de plantas enfermas por mal de talluelo (*Rhizoctonia*) a los 8 y 15 días después de la germinación y rendimientos.

Tratamientos	% de plantas enfermas/ha. a los 8 días	% de plantas enfermas/ha. a los 15 días	Rendimiento kg /ha	Significancia prueba de (t) student 1%
T1 <i>Trichoderma sp.</i>	2.98	6.0	1,644.3	**
T2 Testigo	5.96	9.86	952.53	

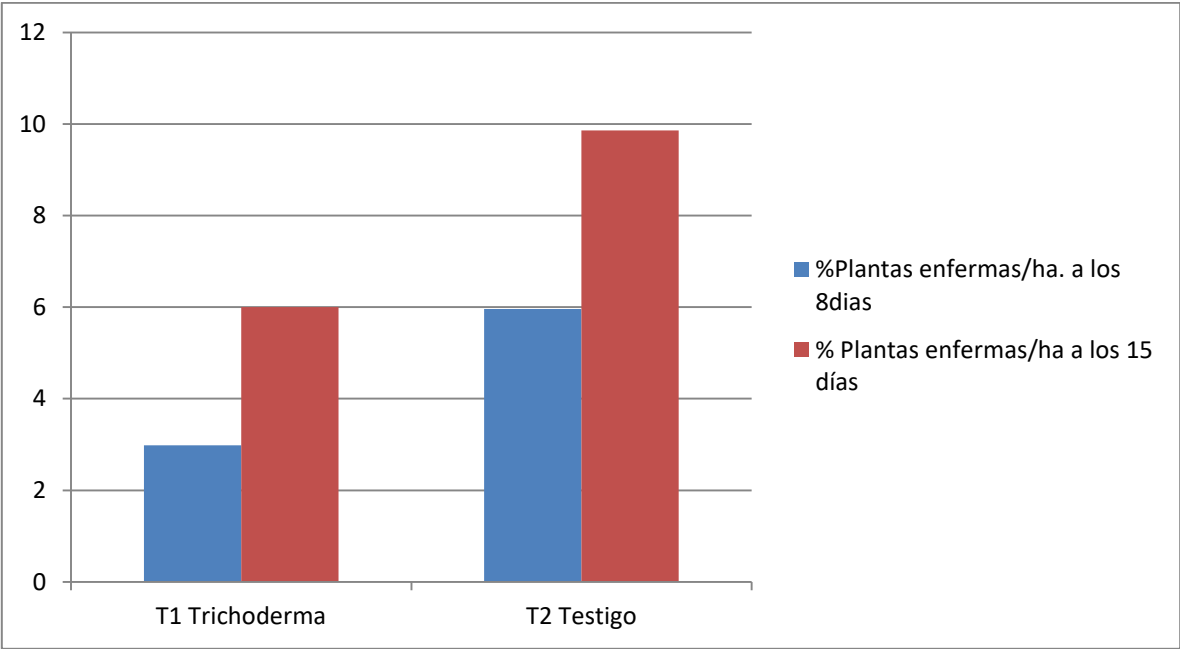


Fig. 1. Porcentaje de Incidencia de mal de talluelo por tratamiento.

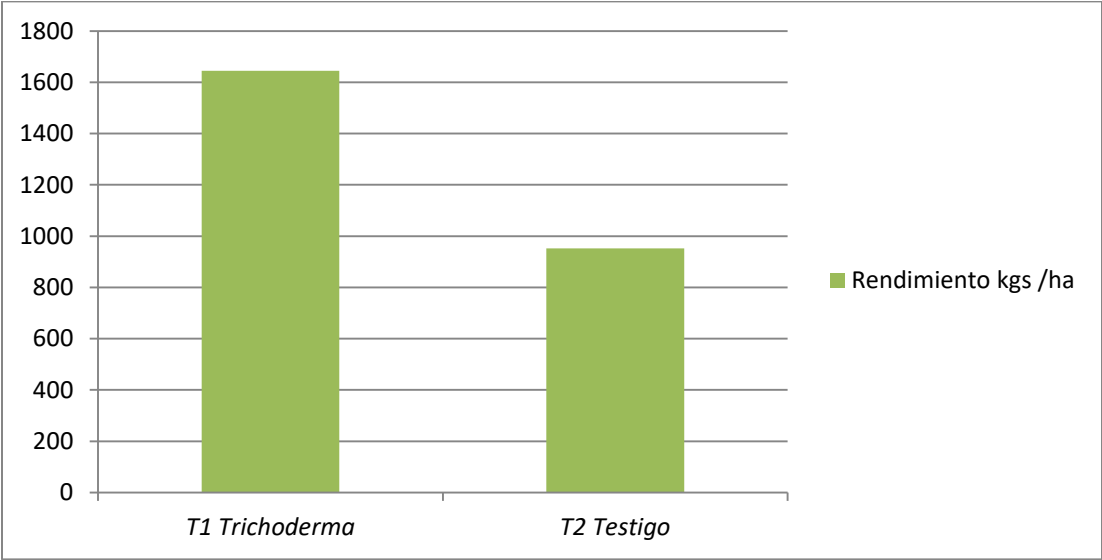


Fig. 2. Rendimiento kg/ha de los tratamientos.

Cuadro 2. Opinión de productores sobre tecnología de *Trichoderma sp*

productor	Municipio	Que parcela le gusta mas	Le gusta el tratador de semilla utilizado	Lo aceptaría para la protección de su semillas	Que ventajas encuentra en este tratador de semilla
José Lucio Pérez	Apastepeque	La del hongo	Si, se ve que es efectivo	si	No contamina el ambiente
José A. Alemán	Suchitoto	La de Trichoderma	Sí, es efectivo y no es peligroso para uno	Si	No es toxico para uno es fácil de usar
Jorge Isabel Vargas	Tepecoyo	La del hongo	Sí, es efectivo	Si	Si es fácil de usar
Pedro Rodríguez	Talnique	La del hongo Trichoderma	Sí, es mejor que los químicos	Si	No es toxico como los químicos
Miguel Morales	Quezaltepeque	La de Trichoderma	Sí, es mejor	Si	Es fácil de usar y no contamina el cultivo
José Baudilio Cáceres	Quezaltepeque	La del hongo amigable	Sí, protege bien	Si	Produce plantas más vigorosas
Adán Landaverde	Tonacatepeque	La de Trichoderma	Sí, es más efectivo	Si	Las plantas se ven mejor
Alejandro Villanueva	Tecoluca	La del hongo	Sí, es mejor	si	El cultivo responde mejor

En las reuniones participativas realizadas con los productores involucrados en la validación de usar *Trichoderma sp.*, como tratamiento de semilla en el cultivo de frijol opinaron que les gusto la tecnología y el 100% de ellos aceptaron la nueva alternativa, cuadro2.

Cuadro 3. Análisis económico de la validación de *Trichoderma* como tratamiento de semilla de frijol

Tratamientos	Costos de manejo \$	Ingreso bruto o costos variables \$
Agricultor (testigo)	80.27	92.56
<i>Trichoderma sp.</i>	78.57	159.72

El cuadro 3 muestra que el productor tuvo un mayor ingreso con un valor de \$ 159.72 con *Trichoderma sp.*, reduciendo sus costos a \$ 78.57 y no así el testigo que obtuvo menor ingreso de \$92.56. Lo que concuerda con lo expresado por Harman (2006) y Vinale (2008) que *Trichoderma sp.*, estimula el crecimiento del cultivo por que posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas, el crecimiento de raíces y pelos absorbentes, mejorando la nutrición y la absorción de agua, lo que le permite a la planta dar una mejor repuesta de rendimiento.

Cuadro 4. Presupuestos parciales para evaluar el tratamiento *Trichoderma sp.*, vrs el manejo del agricultor.

Ganancias o ingresos adicionales	USD \$
1. Ingresos adicionales	159.72
2. Disminución de costos	80.27
A. Total de ingresos adicionales	239.99
Costos adicionales	
1 costos adicionales	78.57
2 disminución de ingresos	92.56
B total de costos adicionales	171.13
Cambio en el ingreso neto (A- B)	68.86

En el cuadro 4 se muestran los resultados que el cambio de propuesta de usar *Trichoderma sp.*, es rentable y produce un aumento en el ingreso neto al productor de \$68.86/ha.

Cuadro 5. Relación Beneficio/costo

Tratamiento	Ingresos brutos \$	Costos de producción \$	Relación beneficios/costo
Agricultor (Testigo)	92.56	80.27	1.15
<i>Trichoderma</i>	159.72	78.57	2.03

En el cuadro 5. Se muestra el análisis de relación beneficio costo indica que por cada dólar invertido en la nueva tecnología (*Trichoderma sp.*), recupera el dólar más \$1.03. Para el tratamiento testigo el productor recupera el dólar invertido más \$ 0.15.

CONCLUSIONES

Trichoderma sp como tratador de semilla de frijol es eficiente en la protección del sistema radicular del cultivo

El uso de *Trichoderma sp.*, es una tecnología que reduce los costos de producción y genera mayor rentabilidad en el cultivo.

RECOMENDACION

Utilizar *Trichoderma sp.*, como tratador de semilla de frijol común

LITERATURA CONSULTADA

BIOTROPIC. S.A. de C.V. 2000 Soluciones Biológicas para la agricultura Moderna, calle del parque No 276 col. Chapala C.P. 45040, Zapopan Jalisco México, (www.biotropic.com.mx).

BACAMP.COM2005Biotecnología aplicada España. correo: (www.bacamp.com).

Cook. R. Baker k. 1989 The nature of practice of biological control of plant Pathogens, 2nd edition, USA P539.

Harman G. 2006 Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp* Phytopathology, 96(2):190-194 USA.

López H. C.J. 1989 Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. años 1987-1988, pp72-176. In Estudios de Fitopatología. Del moral, ed. S.E.F./G.I.E.A. Badajoz, España.

Mejía M. A. 2008 Propuestas de organización y funcionamiento de la Validación Tecnológica, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

Vinale F. Sivasithamparamb K, Ghisalbertic E. L, Marraa R, Wool, Lorito 2008 *Trichoderma* plant pathogen interactions soil biology & Biochemistry, 40(1-10).

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ANIMAL



VALIDACIÓN ADAPTATIVA DEL PASTO DE CORTE (*Pennisetum purpureum*) Var P2404 A1115

Ana Cecilia Landaverde Avelar¹⁴
Domingo Palacios Pérez¹⁵

RESUMEN

La nutrición bovina en El Salvador consta del 70-90% de pastos, mostrando una irregular oferta en la época seca del año. No así en la estación lluviosa. El objetivo fue validar el pasto de corte *Pennisetum purpureum* var P2404A1115 como alternativa de alimentación en bovinos. Se realizó en dos etapas: la primera sobre la adaptabilidad del Clon y la segunda evaluar el rebrote analizando: producción de biomasa, valor nutritivo y aceptación en el consumo animal. El diseño estadístico fue parcelas apareadas con dos tratamientos y 8 repeticiones en un área de 200 m² cada una, siendo el T₁ el material en estudio y el T₂ el que tenía el productor. La etapa de adaptación fue de 90 días y se inició en el 2016 con la recepción y reproducción del material vegetativo en San Vicente y en Estación Experimental San Andrés La Libertad para establecer parcelas ubicadas en San Vicente, Sonsonate, La Paz, La Libertad y Chalatenango. Se evaluó la producción de biomasa, a los 45, 60 y 75 días después del rebrote, alcanzando rendimientos promedios de 95 t/ha y el testigo de 89 t/ha base húmeda, para base seca se obtuvo para el *Pennisetum* 16% y testigo 14.5%, en proteína con el análisis de laboratorio de química agrícola se obtuvo 12.8%, para el *Pennisetum* y 9% para el testigo, la FDN 66% de T₁ y el testigo 71% y los Carbohidratos 75% el *Pennisetum* y el testigo 69%, el resultado de la prueba de “t” la diferencia de las medias entre el T₁ y el T₂ fue de 5.3, 5.5 y 5 t/ha a los 45, 60 y 75 días respectivamente, no hubo significancia en ninguna de las etapas. Se realizaron encuestas a ganaderos para determinar la preferencia de este forraje; fue aceptado en 75% y 25% no ven la diferencia con otros pastos, pero lo aceptan en sus ganaderías, En análisis económico la relación B/C, fue de 1.88 para el *Pennisetum* y el testigo con 1.76. Se recomienda continuar evaluando forrajes para disponer de otras alternativas.

¹⁴ Ing.Msc.Agrónoma Zootecnista, Investigadora, CENITA, 5032397-2200 Ext. 322
cecilia.landaverd@centa.gob.sv

¹⁵ Ing. Agrónomo zootecnista, CENITA, domingo.palacios@centa.gob.sv.

INTRODUCCIÓN

Dentro del sector agropecuario el subsector ganadero en El Salvador se ve afectado por la falta de áreas de riego para obtener pastos de corte que contengan en calidad y tiempo todos los nutrientes y que contribuyan a un balance alimenticio y nutricional del ganado bovino durante todo el año, es así como el trabajo de validación ha evaluado el material promisorio y sus rebrotes de pasto de corte *Pennisetum purpureum* (var.P0224A1115), para mitigar la falta de tecnologías y así mejorar la nutrición de los bovinos a base de forrajes de buena calidad, en los pastos su contenido nutricional es limitante en la nutrición balanceada, dando como resultado una baja producción, menor peso corporal y reproducción deficiente, además de elevar los costos de materias primas en los concentrados. Con el establecimiento del *Pennisetum purpureum* (Var P2404 A1115) en diferentes zonas del país, se verificó su adaptabilidad, siendo una alternativa forrajera para nuestras ganaderías con problemas alimenticios relacionados al cambio climático; se evaluó el comportamiento del rebrote para comprobar si mantiene las características y calidad de su origen; además ayuda a evitar pérdidas de suelos por su cubierta vegetal que éste mantiene así como la conversión del bióxido de carbono (CO₂) en Oxígeno que es muy beneficioso y evita la contaminación ambiental.

El Pennisetum purpureum (Var P2404 A1115) Se seleccionó por presentar hojas más largas y anchas que el King grass. La proporción de hojas es superior en los primeros 100 días de edad y debido a esto el contenido de proteína bruta de la biomasa es superior en 3-5%. Su curva de producción de biomasa durante el periodo lluvioso es superior al King-grass, por ello, tiene mejores características como planta forrajera que el King grass

El *Pennisetum purpureum* (Var P2404 A111) por su fortaleza, altos rendimiento y contenido proteico está sustituyendo a otros, incluyendo, el King grass en las nuevas siembras. Es una opción buena para la producción de forrajes con riego y ensilajes para las producciones de leche y carne. Se recomienda el corte entre 45 y 65 días ya sea con riego y en época lluviosa. (Martínez y Herrera 1996).

El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y la composición química del pasto *Pennisetum purpureum* (Var P2404 A1115).

MATERIALES Y MÉTODOS

La validación se realizó en Izalco departamento de Sonsonate, San Luis Talpa y San Pedro Masahuat departamento de La Paz, Nueva Concepción departamento de Chalatenango, Tecoluca en el departamento de San Vicente, San Matías y Ciudad Arce departamento de La Libertad. El trabajo se realizó en dos etapas: la primera con siembra del material *Pennisetum purpureum* (Var P2404 A1115) y se determinó la adaptabilidad, tomando en cuenta la altura de la planta, longitud de la hoja, número de hojas y la respuesta del rebrote a diferentes condiciones edafo climáticas del País. En la segunda etapa se evaluó el rebrote y se analizó la producción de biomasa, el valor nutritivo y la aceptación por el ganadero en el consumo del forraje de su hato bovino.

El diseño experimental utilizado fue parcelas apareadas, con dos tratamientos y ocho repeticiones, con un área de 200 metros cuadrados cada una, el *Pennisetum purpureum* (Va

P2404 A1115) y el que tenía disponible el productor; la etapa de adaptación fue de 90 días. La segunda etapa fue la evaluación de los rebrotes con 45, 60 y 75 días de edad, luego del primer corte, y se evaluó la producción de biomasa así como su valor nutritivo. Se tomaron dos muestras de cada parcela, que contenían 2 surcos de 2 metros de largo y distanciados a 0.60 metros, lo que equivale a un área útil de 2.40 metros cuadrados, luego se extrapolaron para determinar el rendimiento por hectárea, la segunda etapa tuvo una duración de 6 meses. El ensayo en su totalidad tuvo una duración de ocho meses en las dos etapas, (abril a Diciembre 2017).

Las variables evaluadas fueron: En la primera etapa se midió las variables: altura de tallo en metros desde la base del suelo, longitud de la hoja en metros y número de hojas por planta. Y en la segunda etapa fueron: producción de biomasa a los 45, 60 y 75 días de edad, después del primer corte, contenido de proteína, materia seca, y fibra neutro detergente carbohidratos. Luego fueron vaciados los datos en formularios para su posterior análisis de prueba de “t”.

Se realizaron encuestas a ocho ganaderos para determinar la aceptación del ganado en su preferencia por el consumo del forraje.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 muestra la producción de biomasa de 69 t/ha para el testigo y 74.13 t/ha el *Pennisetum purpureum* a los 45 días, 89.38t/ha el testigo y 94.88 t/ha el *Pennisetum purpureum* a los 60 días de edad y 114.88 t/ha y el testigo y 109.88t/ha a los 75 días de edad. Demuestra que los rendimientos fueron similares, no hubo significancia en ninguna etapa de producción del pasto según los análisis de prueba de “t”.

Cuadro 1. Resultado de los rendimientos de biomasa expresado en t/ha del *Pennisetum purpureum* Var. P24041115 en comparación con el testigo.

Prueba de t para los resultados en rendimientos t/ha de biomasa				
Días de corte	Clasificación	Localidad	Diferencia/medias	Significancia
45	Media(1)	74	5.3	NS
	Media(2)	69		
60	Media(1)	94.8	5.5	NS
	Media(2)	89.38		
75	Media(1)	114.88	5	NS
	Media(2)	109.88		

En el cuadro 2 muestra el contenido de Materia Seca (MS) de 12.54 % para el T₂ y 12.78% para el T₁ a los 45 días de edad, 14 % para el testigo y 16 % para el T₁, a los 60 días de edad, 18.00 % para el testigo y 18.00 % para el T₁ a los 75 de edad; en conclusión se comportaron similares en diferentes edades de cosecha. El contenido de materia seca, es la parte más aprovechada en la ración de alimento forrajero en una vaca, y es con la que las

bacterias ruminales se reproducen más fácilmente, aprovechando más los nutrientes del pasto y por consiguiente tendremos mayor producción de leche y mejor condición corporal así como salud ruminal.

Cuadro 2. Resultado de los rendimientos de biomasa expresado en t/ha (base seca) del clon *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 en comparación con el testigo

COMPONENTE	Producción de biomasa del <i>Pennisetum purpureum</i> Var. P2404A1115 con relación al testigo en t/ha (Base Seca)		
	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS
<i>Pennisetum purpureum</i> Var. P2404A1115	12.78	16	18.18
Testigo	12.54	14	18.18

En el cuadro. 3. Se muestra el contenido de proteína (P) 11.50 % para testigo y 14.44 % para el *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 a los 45 días de edad, 8.60% para el testigo y 12.55 % para el *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 a los 60 días de edad y 6.25% para el testigo y 7.8% para el *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 los 75 días de edad. Estos resultados demuestran que este nutriente con base a la proteína el T₁ supera en casi 3 puntos al testigo entre los 45-60 días de nacido, es decir en el momento óptimo de ser consumido por el ganado.

Cuadro.3. Resultado de los contenidos de proteínas en porcentaje a los 45, 60 y 75 días de edad.

COMPONENTE	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS
Proteína <i>Pennisetum purpureum</i> Var. P2404A1115	14.44	12.55	7.8
Proteína Testigo	11.50	8.60	6.25

El cuadro 4, muestra resultado de contenido de fibra neutro detergente (FDN) de 64 % para el testigo y 60.01 % para el *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 a los 45 días de edad, 71.68 % para el testigo y 65.74 % para el *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 ha los 60 días de edad y 78.60% para el testigo y 76 % para el tratamiento, el FDN oscila

entre 60 y 78 % significa que a menor contenido hay mayor consumo de forraje por el bovino y lo hace más palatable y digestible.

Cuadro. 4. Resultado de los análisis de Fibra Neutro Detergente (FDN) a los 45, 60 y 75 días de edad y expresados en porcentajes.

COMPONENTE	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS
FDN <i>Pennisetum purpureum</i> Var. P2404A1115	60.01	65.74	76
FDN testigo	64	71.68	78.60

El cuadro 5 muestra resultados de rendimientos y sus costos por hectárea, obteniendo mejores rendimientos con el pasto *Pennisetum purpureum* Variedad P2404A1115 comparados con el testigo, dándonos mejores ingresos, y una relación beneficio costo de 1.86 para el T₁ y 1.76 para el T₂. Es una opción que favorece al ganadero por poseer buenos rendimientos, y si el ganadero posee riego puede tener dos opciones para alimentar su ganado y para venta en época seca. Ya sea como forraje verde o ensilaje.

Cuadro 5. Análisis económico y sus beneficios por hectárea del pasto *Pennisetum purpureum* con relación al testigo.

Análisis Económico, Relación B/C		
DESCRIPCION	Pasto <i>Pennisetum Purpureum</i> (\$)	Testigo
Rendimiento t/Ha	95	89
Precio de venta/ton	6	6
Valor/ producción en \$	570	534
Costo/ha	302.59	302.59
Costo /Ton	3.19	3.4
Beneficio/Ha	267.41	231.41
Relación B/C	1.88	1.76

CONCLUSIONES

El pasto *Pennisetum purpureum* Var. P2404A1115 supero a los demás pastos testigos utilizados en la validación como fuente forrajera por sus bondades nutricionales.

En cuanto a la producción de biomasa el T₁ con un promedio de 5 t/ha/corte en las tres etapas superó al testigo aunque estadísticamente no fue significativo, (NS).

El contenido de FDN que es el índice confiable del consumo voluntario de la ración que guarda relación con la digestibilidad, oscila entre 60 y 78 % significa que a menor contenido hay mayor consumo de forraje y lo hace más digestible, demostrando que este pasto es de similar calidad que el resto de pastos en el medio ganadero y lo hace una alternativa forrajera.

El análisis económico reflejo que el mejor pasto fue el *Pennisetum purpureum* (Var. P2404A1115) con una relación B/C de 1.88 comparado con el testigo que fue de 1.76.

RECOMENDACIONES

Continuar trabajando e investigando pastos mejorados que ayuden a solventar los problemas de nutrición forrajera en nuestras ganaderías para bajar costos y mejorar la producción láctea y de carne.

LITERATURA CONSULTADA

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal) 2007. Guía técnica sorgo, El Salvador.

Ferreira. S., E. Viana. F. 2002. Caracterização e Seleção de Clones de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. Rev. Bras. Zootec. 31(1). p. 30-42.

Herrera, R. S. 1990. Introducción y características botánicas del King grass. En: King grass, plantación, establecimiento y manejo en Cuba. Editorial EDICA. Cuba. pp. 1-10.

Martínez R O, R S Herrera, V Torres (1996) Cultivo de tejido y fitotecnia de las mutaciones en pastos tropicales *Pennisetum purpureum*. Otro ejemplo para la obtención de nuevos clones. Rev. Cub. Ciencia Agríc. 30:1-11.



DETERMINACION DE FACTORES DE ESPECIES VEGETALES NECTOPOLINIFERAS QUE CAUSAN EL SABOR AMARGO EN LA MIEL DE ABEJAS (*Apis mellifera*)

Oscar Armando Villalobos¹⁶

RESUMEN

En el país se presentan cosechas de miel con sabor amargo afectando la calidad e inocuidad, causando problemas para su exportación. El objetivo de este trabajo fue determinar cuál de las especies vegetales nectopoliníferas en las dos épocas del año existe presencia de alcaloides, el trabajo se realizó en los meses de mayo del 2017 a mayo 2018, la recolección y muestreo de las flores se realizó en cuatro municipios del país: Izalco departamento de Sonsonate, Tecoluca departamento de San Vicente, Santiago de María departamento de Usulután y Quezaltepeque en departamento de La libertad. No se efectuó análisis estadístico, el muestreo se realizó en especies vegetales en época lluviosa y seca, colectando un máximo de 50 gramos de flores por especies, realizando 4 repeticiones por especies, cada muestra se llevó al laboratorio para analizar la presencia o no de alcaloides. El análisis fitoquímico realizado en las flores fue mediante cromatografía de capa fina se utilizaron diversos reveladores específicos para determinar la presencia de metabolitos secundarios. Las especies vegetales que se muestrearon en época lluviosa fueron: maíz (*Zea mays*), flor amarilla (*Baltimorea recta*), escobilla (*Sida acuta*), colación (*Antigonon leptopus*), chichipince (*Hamelia patens*), hierba de toro (*Tridax procumbens*) y chichiguaste (*Hyptis sp*); las especie vegetales que se muestrearon en época seca fueron: campanilla (*Ipomea sp*), mango (*Manguifera indica*), pepeto (*Inga sp*), zarzo (*Acacia glomerosa*), falso girasol (*Tithonia diversifolia*), nance (*Byrsonima craesifolia*) y chupamiel (*Combretum eriantum*). Los resultados en los análisis de laboratorio no reportaron presencia de alcaloides en las especies de flores recolectadas. Se recomienda continuar realizando estudio de flores nectopoliníferas incluyendo más especies.

Palabra clave: Especies vegetales

INTRODUCCIÓN

¹⁶ Ing. Agronomo, Investigador apícola, CENTA.oscar_avillalobos@hotmail.es

La apicultura es una fuente generadora de divisa en el país a través de las exportaciones de miel de abejas al mercado europeo y empleo, además de ser parte en la alimentación de las familias Salvadoreñas; contribuye a perpetuar las especies vegetales por el factor polinización.

Es importante señalar que la realización del presente estudio de la flora del país para identificar el tipo de especies vegetales que contienen presencia de alcaloides afecta la miel de abejas obteniendo un sabor amargo afectando así la exportación al mercado europeo, con la implementación de las buenas practicas apícolas lo que le permite a nuestro país poder exportar miel con calidad e inocuidad al principal mercado que es Alemania, Estados Unidos entre otros, en los últimos 10 años de exportación existe un promedio anual de 1,800 toneladas métricas hacia ese mercado, generando divisas al país \$ 5.6 millones (Ministerio de Economía).

Además, es fuente generadora de contribuye a la perpetuidad de muchas especies vegetales en el país, fruto del factor polinización realizado por las abejas (*Apis melífera*). El objetivo fue determinar en cuál de las especies vegetales nectopoliníferas en la época lluviosa y seca se encuentran presencia de alcaloides a partir de los análisis de laboratorio.

El mercado internacional, al que se exporta la miel de abejas en un 70 por ciento (CONAPIS), exige calidad e inocuidad para poder ingresar al mercado demandante. En el caso del mercado europeo, debe de estar libre de contaminantes, en los que encuentran los alcaloides causantes del sabor amargo a la miel, provocando pérdidas económicas al país alrededor de \$ 5.6 millones de dólares por año (Ministerio de Economía) y a su vez afectando fuentes generadoras de empleo del país, por lo que amerita realizar el presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El muestreo o recolección de las flores de plantas nectopoliníferas se realizó en cuatro municipios del país: Izalco, departamento de Sonsonate, Tecoluca, departamento de San Vicente, Santiago de María, departamento de Usulután y Quezaltepeque, departamento de La Libertad. El periodo de ejecución fue de mayo del 2017 a mayo del 2018. No se realizó análisis estadístico.

El muestreo se realizó en 6 especies vegetales en época lluviosa y seca, colectando un máximo de 50 gramos de flores por especies, realizando 4 repeticiones por especies, cada muestra se analizó en el laboratorio de investigación en productos naturales de la facultad de química y farmacia de la universidad de El Salvador (UES) para determinar presencia o no de alcaloides.

La metodología utilizada fue a través del análisis fotoquímico realizado en las flores mediante cromatografía de capa fina utilizando diversos reveladores específicos para los metabolitos secundarios y determinar presencia o no de alcaloides, donde se llevó a cabo una extracción ultrasónica con etanol en cada una de las muestras, posteriormente se determinó presencia o no de metabolitos. (Comunicación personal con el Dr. Marvin Núñez, laboratorio de química y farmacia, UES).

La cromatografía de capa fina (CCF) es una técnica cromatografica que utiliza una placa inmersa verticalmente. Esta placa cromatografica consiste en una fase estacionaria polar

(comúnmente se utiliza silica gel) adherida a una superficie sólida. La fase estacionaria es una capa uniforme de un absorbente mantenido sobre una placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte.

Materiales de laboratorio utilizados:

Cámara cromatográfica

Probeta de 10 ml

Micropipeta.

REACTIVOS

Disoluciones de 0,5 g en 500mL de acetato de etilo:

(B) Disolución de ácido benzoico

(A) Disolución de 4 –aminobenzoato de etilo,

(F) Disolución de 9-fluorenona

Hexano 2x

Acetato de etilo y Acetona.

Las especies vegetales que se muestreo en época lluviosa fueron: maíz (*Zea mays*), flor amarilla (*Baltimore recta*), escobilla (*Sida acuta*), chichiguaste (*Hyptis sp*), colación (*Antigonon lectopus*) y hierba de toro (*Tridax procumbens*).

Las especies vegetales que se muestreo en época seca fueron: campanilla (*Ipomea sp*), mango (*Manguijera indica*), pepeto (*Inga sp*), zarzo (*Acacia glomerosa*), falso girasol (*Tithonia diversifolia*), nance (*Byrosonima craesifolia*) y chupamiel (*Combretum eriantum*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se llevó a cabo el análisis fitoquímico preliminar del extracto etanolico de las flores recolectadas desde mayo del 2017 a mayo 2018, en 4 municipios: Izalco, departamento de Sonsonate, Tecoluca, departamento de San Vicente, Santiago de María, departamento de Usulután y Quezaltepeque, departamento de La Libertad, el resultado obtenido al procesar las muestras florales en el laboratorio de productos naturales de la facultad de química y farmacia de Universidad de El Salvador fue ausencia de metabolitos secundarios.

Según Corado Navarro (2013) El Salvador, el proceso de extracción de alcaloides fue satisfactorio ya que pudimos ver cristales, aunque fue poco y mínimo lo que se observó, pero esto fue necesario para saber que el método “cromatografía de capa fina” funciona, en la sal observada se encuentran alcaloides de la *Eritrina* siendo estas: Erytralina y Erysodina, entre otras antes descritas.

En los cuadros 1 y 2, muestran las especies florales recolectadas que se analizaron en el laboratorio de investigación en productos naturales de la facultad de química y farmacia de la universidad de El Salvador, donde se procedió a realizar el análisis fitoquimico del extracto etanolico, con el propósito de determinar la presencia de metabolitos secundarios

y como resultado se obtuvo que las pruebas demuestran que ninguna muestra presentó dichos metabolitos.

Cuadro 1. Especies florales recolectadas en la época lluviosa, Mayo a septiembre del 2017, en distintas zonas del país (Izalco, departamento de Sonsonate, Tecoluca, departamento de San Vicente, Santiago de María, departamento de Usulután y Quezaltepeque, departamento La Libertad)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Escobilla	(<i>Sida acuta</i>)	Malvaceae
Flor amarilla	(<i>Baltimore recta</i>)	Asteraceae
Colación	(<i>Antigonon leptopus</i>)	Polygonaceae
Chichipince	(<i>Hamelia patens</i>)	Rubiaceae
Maíz	(<i>Zea mays</i>)	Poaceae
Hierba de toro	(<i>Tridax procumbens</i>)	Asteraceae
Chichiguaste	(<i>Hyptis sp</i>)	Lamiaceae

Cuadro 2. Especie floral recolectada en la época seca, octubre a diciembre 2017 a mayo del 2018, en distintas zonas del país (Izalco, departamento de Sonsonate, Tecoluca, departamento de San Vicente, Santiago de María, departamento de Usulután y Quezaltepeque, departamento La Libertad)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Campanilla	(<i>Ipomea sp</i>)	Convolvulaceae
Mango	(<i>Manguifera indica</i>)	Anacardiaceae
Pepeto	(<i>Inga sp</i>)	Fabaceae
Chupamiel	(<i>Combretum eriantum</i>)	Combretaceae
Falso Girasol	(<i>Tithonia diversifolia</i>)	Asteraceae

En los municipios donde existió más presencia de floración fueron: Izalco, Quezaltepeque y Santiago de María.

CONCLUSIONES.

Las especies: *Sida acuta*, *Baltimore recta*, *Antigonon leptopus*, *Hamelia patens*, *Zea mays*, *Tridax procumbens*, *Hyptis sp*, *Ipomea sp*, *Manguifera indica*, *Ingás sp*, *Combretum eriantum*, *Tithonia diversifolia* muestreadas en época lluviosa y seca en el periodo de mayo del 2017 a mayo del 2018 no presentaron alcaloides que amarga la producción de miel de abejas.

RECOMENDACIONES.

Realizar estudios en las floraciones nectopoliníferas incluyendo más especies.

Realizar análisis de la miel de abejas para detectar metabolitos secundarios.

LITERATURA CONSULTADA.

Comisión nacional apícola de El Salvador (CONAPIS) 2007. El Salvador, C. A

Corado Navarro. 2013. Extracción y determinación de la presencia de alcaloides en la flor de pito, El Salvador.

Handal Canahuati, S. Apicultura, 2000 apicultura, El Salvador, C.A pp.51-59.

Ordex, G.S. y Espina Pérez, D.1966 La apicultura de los trópicos. México, D.F., Bartolomé Trucco, 1966. 412 p.

UNIDAD DE BIOMETRIA Y SOCIOECONOMIA



ESTUDIO DE ADOPCIÓN DE LA VARIEDAD DE FRIJOL CENTA CHAPARRASTIQUE, EL SALVADOR C.A. (2017).

RESUMEN

José Arístides de León Rodríguez ¹

La investigación se enfocó en el análisis del contexto macroeconómico de la producción de frijol en el departamento de San Miguel (datos DIGESTIC 1997-2015) y en la realización de una encuesta con productores de frijol mejorado CENTA Chaparrastique en la zona de influencia de la agencia de extensión del municipio de San Miguel (encuesta propia 2017), específicamente localizados en las faldas del volcán Chaparrastique y miembros de las cooperativas aglutinadas en la empresa de gestión y comercialización PROCOMAO -todas beneficiarias del convenio de intercambio y compra de grano para semilla impulsado por CENTA-MAG, para medir el impacto económico logrado y medir la adopción de esta variedad. Los resultados muestran que el frijol CENTA Chaparrastique ha sido adoptado por un alto porcentaje de productores, reflejando en 2017 un IAC de 534, resultados muy superiores a los parámetros de éxito estipulados. La transferencia de esta variedad está causando un impacto económico importante para los usuarios con una relación beneficio costo promedio de 2.28 (\$837/mz); el 100 por ciento de productores afirman que la variedad es apropiada para la zona y que los rendimientos promedios de 20 quintales por manzana son estables. La transferencia está causando una intensa expansión de las tasas de incremento porcentual en el departamento de San Miguel de 469 por ciento en 2015, que sobrepasa en resultados a los identificados en el departamento de Usulután de 194 por ciento, la Región IV de 339 por ciento y a nivel nacional, que es de 144 por ciento. Dichos resultados han sido posibles debido a la oportuna intervención de los programas de investigación y transferencia de variedades mejoradas del CENTA, que orientaron a los productores a utilizar adecuada y racionalmente la tecnología para lograr mejores rendimientos y racionalizar los costos de producción.

Palabras claves: adopción, impacto, CENTA Chaparrastique, éxito.

¹ Investigador de la Unidad de Biometría y Socioeconomía, CENTA-MAG
leonsalvadoreno@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El presente estudio fue elaborado durante el año 2017 por parte de la Unidad de Biometría y Socioeconomía del centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, CENTA, “Enrique Álvarez Córdova”, con el objetivo de evaluar el impacto agro económico de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique transferida a los productores de la zona periférica del volcán Chaparrastique del departamento de San Miguel, en El Salvador, C.A.

El análisis se enfoca con base a los factores asociados al entorno natural, histórico, económico, agronómico y tecnológico, utilizando la metodología del Índice de Aceptación Consecutivo (IAC), cuyas fuentes de información fueron las estadísticas anuales de la Unidad de Economía Agropecuaria del Ministerio de Agricultura (MAG), base documental también para el análisis del impacto macroeconómica de las variedades mejoradas de frijol a nivel nacional desde los años 1997 a 2015; finalmente, con datos provenientes de la encuesta propia levantada en campo, complementados con los informes técnicos de la Agencia de San Miguel y los archivos de los técnicos que brindan asistencia técnica en la zona, se calculó el IAC de los años 2012 al 2017.

El documento final se estructura de dos secciones principales, la primera de materiales y métodos y la segunda de resultados alcanzados. A su vez los resultados alcanzados abarcan la descripción de las condiciones biofísicas, los antecedentes históricos, la aplicación de los indicadores y el análisis de los resultados de campo. En el capítulo 5.1 concerniente a la descripción de las condiciones biofísicas de la Región IV, particularmente se destacan las variables que las caracterizan y que han interrumpido durante muchos años el desarrollo de la frontera agrícola del cultivo, que llevó a los productores al borde de una grave crisis.

En los capítulos 5.3 sobre antecedentes y aplicación de indicadores se hace la comparación entre los resultados de las variables macroeconómicas en distintos niveles geográficos, aplicando los indicadores que mediante la construcción de modelos explican el comportamiento de la producción durante el periodo analizado. Finalmente, en el capítulo 5.3 sobre análisis de los datos de campo se explican las condiciones propias de la zona de estudio, mediante el análisis de la encuesta levantada en campo y por la medición de los niveles de adopción y sus perspectivas.

El objetivo general consistió en evaluar el impacto agro económico de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique transferida a los productores de la zona periférica del volcán Chaparrastique del departamento de San Miguel, en El Salvador, C.A.; y los Objetivos específicos en identificar los niveles de adopción de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique; Identificar el impacto de la adopción de variedades mejoradas de frijol en la producción de San Miguel; Identificar el sistema de variables biofísicas y socioeconómicas que impactan la adopción del frijol CENTA Chaparrastique en San Miguel; Evaluar el impacto socioeconómico en 2017 de las variedad de frijol CENTA Chaparrastique a nivel de finca.

MATERIALES Y METODOS

ZONA DE ESTUDIO

La zona general de estudio está localizada en la periferia del volcán Chaparrastique, abarcando parte de la división administrativa de los municipios de San Miguel, Moncagua, Chinameca, San Jorge y San Rafael Oriente, todos correspondientes a la jurisdicción del departamento de San Miguel, El Salvador, Centro América.

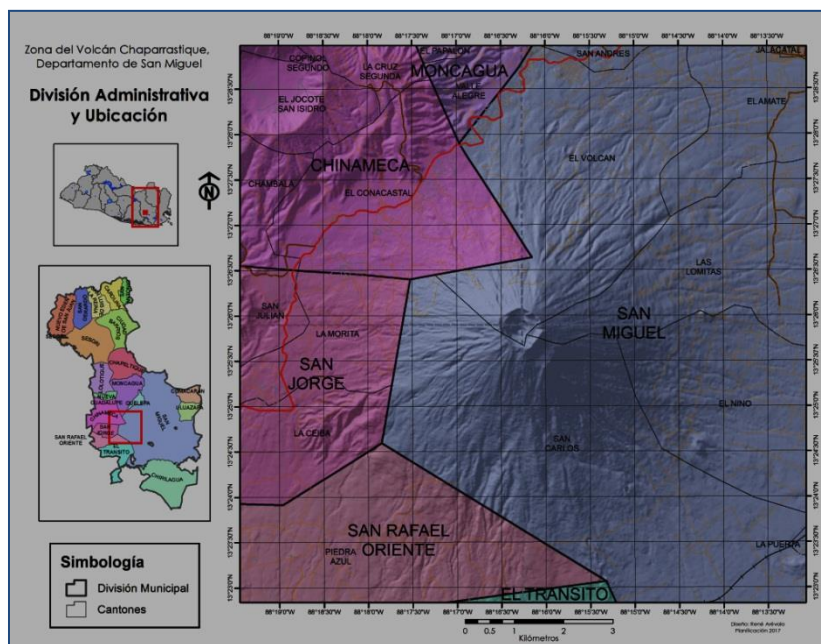


Fig 1. Zona del volcán Chaparrastique, departamento de San Miguel, división administrativa y ubicación. CENTA, 2017.

En la zona norte, el cuadrante representado en la Figura 1 está delimitado por la línea de la coordenada $13^{\circ} 29' 0''$ N, interceptada al oeste por la línea $88^{\circ} 19' 30''$ W y al este por la $88^{\circ} 13' 0''$ W, las cuales al sur son conectadas por la línea $13^{\circ} 23' 0''$ N. Marco geográfico que en su interior forma el perímetro del área que rodea el volcán Chaparrastique.

MUESTRA

El estudio fue realizado utilizando las técnicas del muestreo de áreas y productores en los dominios de recomendación biofísicos y socioeconómicos identificados en la zona de estudio, sobre la base de la estratificación de las áreas de producción, para evaluar los niveles de la adopción que los productores obtuvieron durante los recientes cinco años con el uso de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique.

Así, la muestra de áreas (Figura 2) se obtuvo mediante la ejecución del proceso siguiente: en primer lugar, se delimitó el cuadrante de la zona general de estudio (Figura 1); en segundo lugar, se identificaron los dominios de recomendación aplicando el proceso de segmentación del uso actual de suelos y uso potencial de los mismos; y, en tercer lugar, mediante la selección de áreas representativas de esos dominios y, finalmente, la identificación de los productores usuarios de la variedad CENTA Chaparrastique.

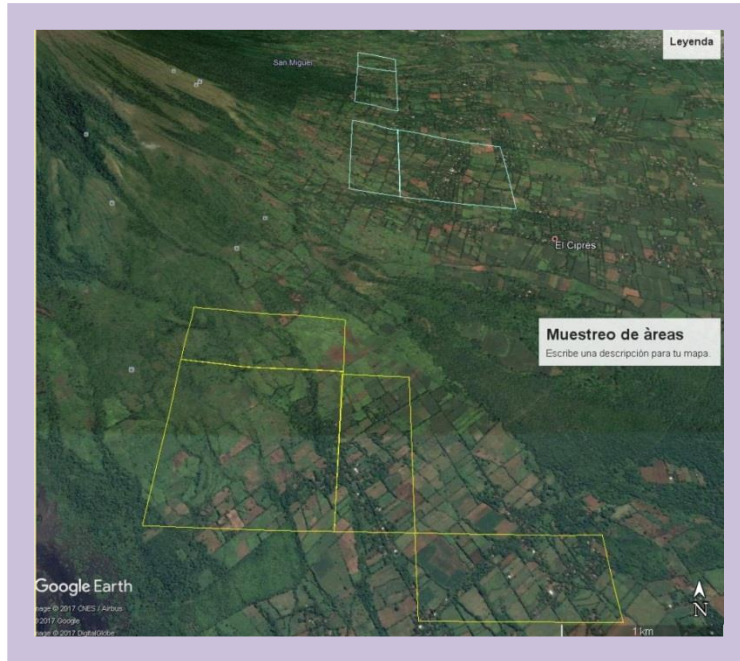


Fig 2. Proyección del Muestreo de áreas con imagen de satélite elaborada en Google Earth de la Zona de estudio, parte Este del volcán Chaparrastique, departamento de San Miguel. CENTA, 2017.

INSTRUMENTO

“Encuesta de seguimiento del material de frijol mejorado CENTA Chaparrastique en el departamento de San Miguel, El Salvador, Centro América”. En las seis secciones que contiene la encuesta se recolecta información general, antecedentes de la producción de frijol en la parcela, origen de la semilla, datos sobre la variedad CENTA Chaparrastique, y opinión del productor sobre el material de semilla que recibió y datos económicos.

LEVANTAMIENTO DE DATOS

Se realizó en la fase de campo con la recolección de datos a través del pasado de la encuesta a la población objetivo en la zona de estudio, actividad que abarcó la toma de las coordenadas de las parcelas muestreadas en los ocho segmentos de los dominios de recomendación seleccionados.

Al mismo tiempo se recolectaron datos de los volúmenes áreas y población total de productores ubicados en los segmentos, base para calcular el proceso de evolución del Índice de Aceptación Consecutivo, mediante el cual se realizó el análisis de la adopción del material de frijol mejorado.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se elaboró una base de datos digital para verter la información de las encuestas, se digitaron los resultados y se validaron.

A continuación se calculó el índice de aceptación por medio de la formula adaptada (IAC), durante el periodo comprendido entre los años 2013 al 2017, como instrumento metodológico para realizar el análisis de los niveles de adopción del material estudiado.

Determinados los niveles de adopción, se procedió a analizar, en cada uno de los subsistemas, la interacción de las variables cualitativas y cuantitativas, para explicarlos desde un enfoque integral de totalidad.

Esto permitió definir acerca de las relaciones entre los diferentes subsistemas y cuanto se afectan entre ellos. Igualmente se identificaron las causas generales que limitaron o potenciaron la adopción de la variedad de frijol CENTA Chaparrastique, en una zona que técnicamente goza del potencial biofísico y socioeconómico óptimo para su establecimiento.

ENFOQUE GENERAL DE LOS MÉTODOS

Los métodos de investigación se aplicaron, en primer lugar, identificando la época de utilización generalizada de la variedad de frijol CENTA Chaparrastique en la zona de estudio, midiéndola en base al grado de disposición de continuar usando estos materiales por parte de los agricultores, mediante la aplicación del IAC adaptado de PASOLAC; en segundo lugar, enfocando las tendencias anuales de las tasas de incremento porcentual de los promedios de la producción, áreas y rendimientos, aplicando el modelo de análisis de incrementos segregados porcentuales; y en tercer lugar, encauzando el enfoque de síntesis al modelo de la unidad orgánica de la relación existente entre las variables histórica macroeconómicas y microeconómicas, que inciden en la adopción de nuevas tecnologías a nivel de finca. Desglose de los métodos de investigación: El índice de aceptación (IA), -Las tasas de crecimiento porcentuales anuales y las tasas de crecimiento segregadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CAMPO

La transferencia de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique, en la zona de estudio ubicada en las faldas del volcán Chaparrastique, es realizada por los técnicos de la agencia de extensión agrícola de CENTA del municipio de San Miguel desde el año 2011.

En la actualidad dicho proceso continúa siendo auspiciado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), apoyado estratégicamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

El proceso radica en promover convenios de desarrollo de la producción agropecuaria entre instituciones y productores, consistente en brindar asistencia técnica para la producción artesanal de semilla, proporcionarles semilla certificada base y comprarles la semilla producida a un precio razonable por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

En este convenio participaron las cooperativas Fuentes y Palmeras, en 2011 con 28 miembros; Luchando Juntos con 25 miembros y ASAGALEAS con 8 miembros. En total el proceso de transferencia inició con 61 miembros, agrupados en la empresa de gestión y comercialización PROCMAO.

VARIABLES INDEPENDIENTES NO TOMADAS EN EL ESTUDIO

El presente análisis no toma en cuenta las coyunturas derivadas de las políticas macroeconómicas ni del impacto de los fenómenos de tormentas tropicales, no obstante están relacionados y estos condicionan la problemática.

Ello se debe a que en 2016 se realizó el estudio: “*Impacto agroeconómico de las variedades de frijol entregadas a los productores en los paquetes agrícolas*” (DE LEON, 2016), donde se abordó a nivel nacional el impacto de dichas variables sobre la producción.

La presente investigación da por sentado dichos supuestos. La problemática se aborda desde la producción del cultivo en la zona de estudio, contrastándola con el departamento de San Miguel, la Región IV y el país, desde el cual se enfoca la medición de la adopción de la variedad.

LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL CENTA CHAPARRASTIQUE

La transferencia de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique, en el departamento de San Miguel, la inicia el estado salvadoreño en una coyuntura especial, cuando la producción de frijol se hundía en un escenario crítico.

El incremento porcentual anual en 2011 fue de 74 por ciento y en 2012 de 55 por ciento (Gráfico 3); porcentajes afectados por la caída de las áreas segregadas en 143 (-) por ciento en el primero y 118 (-) por ciento en el segundo (Gráfico 7). Es decir, que el crecimiento de la producción era frenado por la reducción de áreas, aunque los productores hacían esfuerzos por incrementar los rendimientos.

En el transcurso del convenio firmado con el estado, la transferencia de la variedad CENTA Chaparrastique posibilita el proceso de reversión de dicha tendencia en la zona de estudio.

En 2012, los productores de la variedad en la zona de estudio incrementan la producción en 126 por ciento (respecto a 2011); en 2013 alcanza 225 por ciento; en 2014, 224 por ciento; en 2015, 400 por ciento; y, en 2016, incrementa a 495 por ciento. Dicha tendencia es semejante a la alcanzada por el departamento de San Miguel, que en 2013 fue de 492 por ciento, atañendo 43 por ciento a la tasa segregada de rendimientos; en 2014 de 500 por ciento, debido al 42 por ciento a los rendimientos; y en 2015 de 469 por ciento, correspondiendo al rendimiento el 50 por ciento (Gráfico 3 y 7).

El Cuadro 1 muestra las tendencias comparativas del crecimiento de las variedades criollas y del frijol mejorado CENTA Chaparrastique, en el periodo comprendido entre los años 2013 al 2017, con 25 productores usuarios de la tecnología. Respecto al frijol criollo, la variedad CENTA Chaparrastique de un total de área de 29 manzanas en 2013 ocupó el 44 por ciento (13 manzanas); es decir, estaba en desventaja respecto al criollo. Ya en 2014 pasó a ocupar el 63 por ciento (28 manzanas); en 2015, 79 por ciento (52 manzanas); en 2016, 83 por ciento (62 manzanas); y, en 2017, 81 por ciento (62 manzanas). Mientras tanto, el incremento porcentual de las variedades criollas de 2013 a 2017 bajó de 100 a 89 por ciento. Contrariamente, durante ese mismo periodo, la variedad mejorada CENTA Chaparrastique incrementó de 100 a 486 por ciento. Estas tendencias medidas a nivel de campo (datos de encuesta de campo), reafirman los procesos ya explicados de impacto macroeconómicos de estas variables derivadas del análisis de los datos extraídos de los Anuarios Estadísticos.

Cuadro 1. Tendencia de crecimiento de Áreas de Producción de Variedades Criollas Y CENTA Chaparrastique.

Año	Frijol criollo mz/%		Chaparrastique CENTA m/%		Total mz	Porcentaje Chaparrastique	▲% Criollo	▲%CENTA Chaparrastique
2013	16	22.0	13	6.0	29	44.0	100	100
2014	16	22.0	28	13.0	45	63.0	100	222
2015	14	18.0	52	24.0	65	79.0	83	406
2016	13	17.0	62	29.0	75	83.0	78	488
2017	15	20.0	62	29.0	77	81.0	89	486
Total	73	100	217	100	290	75.0	-	-

Fuente: Encuesta propia levantada en campo con una muestra de 25 productores usuarios de la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique (base 2013).

LA ADOPCIÓN DE LA VARIEDAD CENTA CHAPARRASTIQUE

Las tendencias de los procesos dilucidados de la transferencia de la tecnología, indirectamente muestran las dimensiones de la adopción de la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique en la zona de estudio y en el departamento de San Miguel, misma tendencia notada en los departamentos de la región oriental de El Salvador (La Unión y Morazán).

Hace algunos años (Hildebrand y Poey, 1999), se estableció que para considerar que una tecnología puede tener éxito en la aceptación, el porcentaje de los agricultores debería ser por lo menos el 50 por ciento y al mismo tiempo, el valor numérico del índice, por lo menos equivalente a 25 unidades. A esto se agrega, que si tales indicadores se mantienen durante un periodo mayor de cinco años, se instituye que dicha tecnología ha sido adoptada, empleando para tal fin el concepto de Adopción (IAC).

El cuadro 2 muestra los cálculos del Índice de Aceptación Continuo (IAC) durante un periodo de seis años. La columna $P1/P0 \times 100$ mide el porcentaje de productores de cada año consecutivo. Verificándose que respecto a 2011 (61 productores), la tendencia indica que el porcentaje de productores estuvo abajo durante cuatro años consecutivos; iniciando en 2012 con 82 por ciento y llegando en 2015 a 97 por ciento.

Cuadro 2 Tendencia del Índice de Aceptación Continuado (IAC) de las Variedades CENTA Chaparrastique.

AÑO	P1/P0	(P1/P0)*100 P0=61	(A1/A0)	(A1/A0)*100 A0=55.5	(P1/P0)*100*(A1/A0)*100	IAC
2012	50	82	70	126	10338	103
2013	57	93	125	225	21046	210
2014	59	97	124.5	224	21697	217
2015	81	97	222	400	38689	387
2016	80	133	275	495	65795	658
2017	77	126	235	423	53449	534

Fuente: Datos proporcionados por la agencia de extensión de San Miguel, según registros de resultados de la transferencia de la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique en la zona de estudio (base 2011).

Mientras tanto, durante ese mismo periodo, las áreas $A1/A0*100$ incrementaron de 126 por ciento a 400 por ciento; y el IAC de 103 en 2012 subió a 387. Datos que reflejan el éxito total en la transferencia de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique, ya que presenta resultados muy superiores a los estándares preestablecidos.

A partir del año 2015, el Índice de Aceptación Continuado (IAC), como resultado del impacto de 400 por ciento del incremento de las áreas, alcanza el valor de 387; en 2016, según la misma tendencia, el porcentaje de áreas llega a 495 por ciento, determinando un índice de 658; y en 2017, el porcentaje de áreas de 423 por ciento, concluye con un valor del IAC de 534.

Ante lo cual, es preciso concluir: que el proceso de transferencia de la variedad CENTA Chaparrastique ha tenido éxito total y rotundo en la modificación de las tendencia de la producción en la zona de estudio, donde el incremento de los productores no ha sido el factor detonante de los cambios, sino la estabilización de los rendimientos y la incorporación de más áreas del cultivo por parte de los mismos productores.

LA OPINIÓN SOBRE EL CENTA CHAPARRASTIQUE

Los niveles de adopción de la variedad de frijol CENTA Chaparrastique quedan acreditados por las opiniones que los productores exteriorizaron en la encuesta de campo pasada en la zona de estudio por la unidad de Socio-economía del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA), en 2017. Denominada: “Encuesta de seguimiento del material de frijol mejorado CENTA Chaparrastique en el departamento de San Miguel, El Salvador, Centro América”

El 100 por ciento de los agricultores consultados consideran que la variedad CENTA Chaparrastique es adecuada para la zona de San Miguel, ya que se adapta a las condiciones de suelo, a las altas temperatura y a la sequía. Consideran que la planta tiene buen desarrollo, adaptación y resistencia, propio para las condiciones de la zona; y que el grano tiene buen sabor, color, peso, tamaño y buen precio en el mercado. Atribuyen capacidades especiales a la floración de la planta, que garantiza, según ellos, los altos rendimientos. El 95 por ciento de los agricultores creen que la variedad les trae beneficios económicos adicionales.

Un indicador muy importante de la adopción de tecnología, es la disposición de los productores de continuar sembrando la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique en caso que se les fuera retirado el apoyo externo obtenido de las instancias gubernamentales.

El 84 por ciento respondió que continuaría sembrando la variedad aún sin apoyo externo. Manifestando el 12 por ciento que ya no la sembraría; mientras el 12 por ciento lo haría en forma individual, el 52 por ciento en forma organizada y el 4 por ciento con los vecinos.

El 20 por ciento obtendría la semilla del año anterior, el 12 por ciento de otro productor, el 52 por ciento produciría la semilla de manera artesanal y solamente el 4 por ciento no respondió. El fin de la producción sería el 12 por ciento para el consumo, el 8 por ciento para la comercialización en los mercados locales y el 82 por ciento cultivarían con el fin de venderla para semilla a productores por medio de las instituciones gubernamentales.

EL ROL DE LOS TÉCNICOS DE LA AGENCIA CENTA SAN MIGUEL

El papel desempeñado por los técnicos de la agencia de extensión del CENTA en el municipio de San Miguel ha sido decisivo en la transferencia de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique. Sin dicho apoyo hubiera sido muy difícil que los productores superaran la crisis que venían experimentando desde hacía varios años por el uso de variedades criollas.

Los técnicos de la agencia de extensión mostraron a los agricultores que no bastaba con la introducción de variedades mejoradas de frijol, que era necesario modificar las prácticas agrícolas utilizadas en el manejo del cultivo. Este proceso de transformación tecnológica, complementario al uso de la variedad mejorada, inició con un pequeño grupo de productores, que luego irradiaron gradualmente la experiencia a los demás.

Entre los principales cambios promovidos en el manejo agronómico del cultivo de frijol están los distanciamientos de siembra, el modo y la cantidad de la fertilización, y la orientación en la aplicación de los productos químicos (agencia CENTA San Miguel).

El productor aplicaba distanciamientos de siembra a 15 centímetros entre postura y 20 entre surcos; fertilizaba al boleado al momento de la floración y manejaba los productos químicos de forma curativa. En consecuencia, como resultado de la sobrepoblación de plantas, la falta de fertilización en los momentos requeridos por el cultivo y al ataque de plagas y enfermedades obtenía muy bajos rendimientos.

A través de la transferencia de tecnología se establecieron distanciamientos de siembra de 20 centímetros entre postura y de 50 a 60 centímetros entre surco; dos fertilizaciones: la

primera con 2 quintales de fórmula 18-46-0 ò 15-15-15 al momento de la siembra o a lo sumo 10 días después, y la segunda fertilización de 22 a 25 días después de la siembra con 1.5 quintales de urea por manzana; y finalmente, como resultado de los cambios anteriores, se logró aplicar productos químicos de forma preventiva.

En la zona de estudio antes de la introducción de las nuevas prácticas agrícolas, incluso con el uso de nuevas variedades mejoradas, los rendimientos promedios obtenidos con el uso de las tecnologías tradicionales eran entre 12 y 15 quintales por manzana. Ya con las prácticas complementarias impulsadas por los técnicos de la agencia extensión de San Miguel, los rendimientos promedios pasaron a 20 y 25 quintales por manzana.

LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS ADICIONALES DEL CENTA CHAPARRASTIQUE

El Cuadro 3 muestra el comportamiento de los beneficios económicos adicionales, comparando escenarios reales y posibles de los rendimientos de las variedades criollas y CENTA Chaparrastique, frente a las opciones de precios de venta del grano que afrontó el productor durante el año 2016. En las columnas denominadas “variedad de frijol” y “*precio de venta*” se definen los indicadores de precios de venta de las variedades de frijol, cuya producción fuera orientada a la venta en los mercados municipales -criollo \$50.00/qq y CENTA Chaparrastique \$45.00/qq- o a la venta del CENTA Chaparrastique a instancias gubernamentales para semilla (\$100.00/qq), en cumplimiento del convenio con las cooperativas.

Al mismo tiempo se cotejan con los precios promedios (\$75.00), obtenidos por aquellos productores que vendieron el 50 por ciento al mercado municipal y el otro 50 por ciento al Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. Finalmente, todos los indicadores anteriores se comparan con los resultados esperados por los productores con la variedad Chaparrastique, en caso de haber vendido al gobierno (\$100.00), obtenido los rendimientos esperados (26.3 qq/mz) y haber realizado una óptima inversión (\$674.50/mz).

Parte del optimismo creciente de los productores consiste en que con las nuevas técnicas agronómicas adoptadas para el manejo del cultivo de frijol CENTA Chaparrastique, incluso se ha mejorado el desempeño de las variedades criollas, que en 2016 arrojaron un rendimiento de 13.86 quintales por manzana y produjeron un beneficio de 168.57 dólares por manzana.

Aún más, la adopción del CENTA Chaparrastique a un precio de mercado de 45.00 dólares por quintal arroja un beneficio adicional por manzana de 73.03 dólares extras. Ya no se diga, si la producción es destinada 50 por ciento para venta de semilla al Ministerio de agricultura y Ganadería (MAG), entonces el beneficio adicional por manzana es de 668.53 dólares; y si destina el 100 por ciento al MAG logra los 1164.78 dólares por manzana.

Cuadro 3. Beneficios Económicos adicionales de la variedad de Frijol Mejorado CENTA Chaparrastique.

Variedad de frijol	Precios venta \$	Rendimiento qq/mz	Ingreso \$/mz	Costo \$/mz	Beneficio \$/mz	B/C \$/mz
Criollo mercado	50.00	13.86	692.86	524.29	168.57	1.32
Chaparrastique mercado	45.00	19.85	893.25	651.65	241.60	1.37
Chaparrastique semilla	100.00	19.85	1985.00	651.65	1333.35	3.05
Chaparrastique promedio	75.00	19.85	1488.75	651.65	837.10	2.28
Chaparrastique esperado	100.00	26.3	2630.00	674.50	1955.50	3.90

Fuente: Encuesta propia levantada en campo con una muestra de 20 productores usuarios de la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique (promedios).

No obstante, si el productor realizará la inversión óptima, obtuviera los resultados esperados en rendimientos y realizará la venta para semilla al MAG, obtendría un beneficio adicional de 1713.93 dólares por manzana.

Sobre todo, el éxito o beneficio adicional atribuible a la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique es por las cualidades que el productor le atribuye, haciéndole mantener la confianza en la estabilidad de sus rendimientos, pese a las variantes climáticas, lo cual estimula admitir el riesgo de incrementar las áreas de producción, que ha llevado al departamento de San Miguel a desarrollar una creciente producción del cultivo, muy por encima de otras áreas del territorio nacional.

CONCLUSIONES

los cultivares de frijol mejorado CENTA Chaparrastique luego de cinco años de aceptación gradual y consecutiva en la zona de estudio ubicada en las faldas del volcán Chaparrastique han sido adoptados por los agricultores y están dispuestos a continuar cultivándolos realizando diversos esfuerzos propios y sin la influencia de factores externos.

La investigación muestra que la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique ha sido adoptada por un alto porcentaje de productores, reflejando en 2017 un Índice de Aceptación Consecutivo (IAC) de 534, muy superior a los parámetros analíticos de éxito estipulado que debe ser por lo menos equivalente a 25 unidades.

La transferencia de la variedad mejorada de frijol CENTA Chaparrastique está causando un impacto económico importante para los usuarios con una relación beneficio costo de 2.28 (837/mz), obteniendo un resultado estable de 20 quintales por manzana.

La transferencia de la variedad mejorado de frijol CENTA Chaparrastique está causando un impacto económico importante para los usuarios del departamento de San Miguel causando en 2015 una intensa expansión del incremento porcentual anual de 469 por ciento (base 1997), que sobrepasa a Usulután, 194 por ciento; a la Región IV, 339 por ciento y a la nacional de 144 por ciento.

El 100 por ciento de los agricultores afirman que la variedad de frijol mejorado CENTA Chaparrastique es apropiado para la zona, teniendo un grado de adaptación a las condiciones de suelo, lluvia y sequía que permite ampliar la frontera agrícola en áreas donde no había sido posible el cultivo de frijol en años anteriores.

El impacto logrado por la variedad mejorada de CENTA Chaparrastique ha sido posible debido a la oportuna intervención de los programas de generación y transferencia de tecnología del CENTA que orientaron a los productores a utilizar adecuada y racionalmente la tecnología para lograr mejores rendimientos y racionalizar los costos de producción.

RECOMENDACIONES

Debido al impacto logrado por la variedad CENTA Chaparrastique en amplias zonas del corredor seco en El Salvador se recomienda mantener los niveles actuales de estímulo de entrega de semillas mejoradas con el fin que se consoliden los cambios tecnológicos logrados en los departamentos de San Miguel, Morazán y la Unión.

El éxito logrado se ha debido a una positiva participación de las organizaciones de productores motivados por el impulso de investigadores y extensionistas que trabajan en la zona, por lo que dicho esfuerzo es indispensable para tener mejores resultados en la zona.

Se recomienda impulsar procesos de autogestión dirigidos por los actores locales para la producción de semillas mejoradas orientadas al mercado, ya que existe en ellos (productores) entusiasmo y disposición de continuar con la producción de semilla por cuenta de las organizaciones existentes.

Se recomienda impulsar procesos de extensión agrícolas orientados a extender la frontera agrícola, ya que queda comprobada por la experiencia de los productores que la variedad CENTA Chaparrastique puede extenderse a áreas de producción en las cuales antes no era posible cultivar frijol.

LITERATURA CONSULTADA

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Tecnologías Agrícolas para el de El salvador en Granos Básicos. 2014. www.centa.gob.sv

De León, Arístides. “Estudio de Aceptación de los Cultivares de Maíz de Alta Calidad de Proteína Platino, Oro Blanco y Protemas. Gerencia de Investigación, Unidad de Biometría y Socioeconómica. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. junio de 2009.

De León, Arístides. “Estudio del Impacto de la Adopción de la Variedad de Frijol CENTA San Andrés en El Salvador, C.A, 2006-2007. Gerencia de Investigación, Unidad de Biometría y Socioeconómica. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. junio de 2008.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA). Anuarios de Estadística Agropecuaria 1994-1995, 1995-1996, 1996-1997, 1997-1998, 1998-1999, 1999-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). “Memoria de Labores” 1994-1995, 1995-1996, 1996-1997, 1997-1998, 1998-1999, 1999-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Viale Delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia. Amparo Van der Zee Arias y su Equipo Consultor: “Estudio de Caracterización del Corredor Seco Centroamericano 2012”.

Reyes Castillo, Carlos Humberto. “Variedades Mejoradas de Frijol Grano Rojo, liberados por CENTA en El Salvador (1990-2014)”. Carlos Humberto Reyes Castillo y Carlos Atilio Pérez Cabrera-San Andrés, La Libertad. El Salvador, C.A. 2015.

Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Washington D.C. El Salvador, Zonificación Agrícola, Fase 1 I, 1974.

UES, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Merlyn Rosales y Oscar Benavides: “Mapa de Cubertura Vegetal del Volcán Chaparrastique, Departamento de San Miguel, El Salvador”.

LABORATORIO DE ALIMENTOS



DESARROLLO DE PRODUCTOS DE CACAO PARA AGREGAR VALOR AL CULTIVO.

Ana María Rodríguez¹
Patricia López de Esquivel²

RESUMEN

En El Salvador es tradicional el consumo de la bebida de chocolate, en su fabricación es común agregar agua durante la molienda o en el moldeo, esto reduce la vida útil del producto y genera pérdidas para los procesadores artesanales. Además hay interés en producir otros productos a base de cacao.

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENITA de noviembre de 2016 a enero de 2018. Con el objetivo de generar tecnología de procesamiento de cacao para contribuir a la diversificación y generar valor agregado en la industria de pequeña escala, se redactaron dos guías técnicas: “Procesamiento de chocolate para bebida” y “Elaboración de Bombones de Chocolate”. El cacao se cosechó de la Estación Experimental San Andrés y se fermentó en el laboratorio; se prepararon cuatro fórmulas con las siguientes relaciones en porcentaje de cacao y azúcar A (20:80), B (25:75), C (30:70) y D (35:65), con la participación de 100 panelistas no entrenados se determinó la preferencia del consumidor, mediante la Prueba de Categorías de Preferencia, los resultados se analizaron estadísticamente por medio de la Prueba de Basker, el orden de preferencia de las bebidas fue A>C>B>D; entre las fórmula A y C no hubo diferencia estadística significativa, por lo que para el estudio se usó la fórmula C porque permite el moldeo en tablilla. Se definió el proceso de fabricación del chocolate y se evaluó la vida útil en tres tipos de empaques: papel estaño, aluminio y de empaque, determinando el porcentaje de humedad, actividad de agua, prueba sensorial, detección de salmonella, recuento de coliformes, mohos y levaduras. El papel aluminio y el papel estaño mantienen las características de calidad del chocolate para bebida por más tiempo que el papel de empaque.

¹Técnico del Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENITA, El Salvador, C.A. Email amarguardado@gmail.com

²Coordinadora del Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENITA El Salvador, C.A. Email patricia.esquivel@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao y su consumo en El Salvador se remonta al periodo de conquista de Centro América por los españoles, siendo las variedades nativas productoras de cacao de alta calidad clasificadas como criollas o cacaos finos de aroma que representan solo el 5% de la producción mundial.

La industrialización del cacao en el mundo está altamente tecnificada en cuanto a métodos, maquinaria y diversificación de productos; sin embargo en El Salvador, el resto de Centroamérica y México se mantiene la tradición ancestral y popular de la elaboración de chocolate que se consume principalmente en bebidas calientes con o sin leche, también tiene uso culinario en la preparación de aderezos de algunos platos.

De acuerdo al “Estudio de mercado y prefactibilidad técnica y económica de productos de cacao en las MYPES de El Salvador” de Orellana V. 2016 se estima que el 80% del cacao en grano que se consume en el país se destina a la elaboración de chocolate para bebida.

El chocolate para bebida elaborado artesanalmente, considerado un producto étnico, en su mayoría presenta problemas de conservación y de inocuidad, tiene corta vida útil por lo que se debe comercializar en un lapso de una a dos semanas, de lo contrario representa pérdidas económicas para los procesadores, lo anterior debido a la práctica de agregar agua durante la molienda o el moldeo. Rodríguez A. M. y Hernández, Y. 2014, en la investigación, “Evaluación de la calidad microbiológica del chocolate artesanal y su caracterización”. desarrollada en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENTA encontraron muestras con colonias de hongos visibles que se identificaron como *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp., estos producen la Aflatoxina y Ocratoxina A (OTA) que son carcinogénicas afectando la salud.

Por ello, el sector artesanal dedicado a la transformación del cacao, necesita de apoyo en la tecnología de procesamiento y conservación del chocolate tradicional y en la diversificación de los derivados del cacao con enfoque a producir alimentos seguros y con mayor tiempo de vida útil. En tal sentido en el laboratorio se definió un proceso de fabricación de chocolate para bebida a fin de mejorar la calidad organoléptica y prolongar su vida útil; generando una guía técnica para la producción a pequeña escala y contribuir a la cadena de valor del cultivo.

Por otro lado, dado el interés especial que está tomando el cultivo y transformación del cacao, se redactó una guía técnica para la elaboración de bombones, donde se puede utilizar frutas nativas y otras materias primas locales como ingredientes o rellenos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENTA de noviembre de 2016 a enero de 2018. Comprendió en definir un proceso de fabricación del chocolate para bebida a fin de mejorar la calidad organoléptica y su conservación;

desarrollar productos derivados del cacao como alternativas para contribuir a la cadena de valor del cultivo.

DESARROLLO DE UN PROCESO TECNICO DE FABRICACION DE CHOCOLATE.

Esta etapa comprendió varias actividades: cosecha de las mazorcas de cacao en la Estación Experimental San Andrés del CENTA, se fermentó y secó en el laboratorio, elaboración de cuatro formulaciones de chocolate con diferentes porcentajes de cacao y azúcar para determinar la formulación de chocolate preferida por el consumidor a través de evaluación sensorial, con la formulación preferida se elaboró chocolate para evaluar su conservación o vida útil en tres tipos de empaques comercialmente usados.

COSECHA DE MAZORCAS, FERMENTACIÓN Y SECADO DEL CACAO.

Para la fermentación anaeróbica se depositó las almendras en sacos de nylon y estos se colocaron dentro de cajas plásticas con tapadera, en el fondo de las cajas se puso bandejas perforadas de acero inoxidable para facilitar el drenaje de líquido y evitar el contacto con las almendras de cacao. El primer volteo se realizó a las 48 horas para propiciar la fermentación aeróbica y luego cada 24 horas por 4 días. Se seco en deshidratador eléctrico, a 60°C por aproximadamente 20 horas.

DETERMINACIÓN DE LA PREFERENCIA DE CHOCOLATE PARA BEBIDA.

Con el propósito de conocer la preferencia del consumidor y considerar la reducción del contenido de azúcar para mejorar la calidad nutricional del producto, se elaboraron cuatro formulaciones con los siguientes porcentajes de cacao:azúcar: A (20:80), B (25:75), C (30:70) y D (35:65).

DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRODUCTO PARA PREPARAR LA BEBIDA DE CHOCOLATE.

Previo a la realización de la prueba de preferencia, se determinó la cantidad de producto y agua necesarios para elaborar la bebida utilizando la formulación **D (35:65)** que contiene menor cantidad de azúcar, se prepararon cuatro soluciones y se verificó los grados Brix (% de sólidos solubles) utilizando un refractómetro digital portátil marca ATAGO. El detalle del ensayo en el cuadro 1.

Cuadro 1. Grados Brix de la bebida de chocolate de la fórmula D (35:65)

Volumen de agua ml	Peso de chocolate (g)	Grados Brix de la bebida
100	10	8
100	13	10
100	15	11.5
100	17	12.4

Fuente: Elaboración propia

El personal técnico del Laboratorio de Tecnología de Alimentos evaluó las bebidas y se determinó que con 17 gramos se obtiene una bebida aceptable. Definida la cantidad de producto, se procedió a elaborar las bebidas con cada una de las formulaciones para conocer los grados Brix. Los resultados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Grados Brix de las formulaciones con 17 g/100 ml de agua

Formulaciones (%cacao:%azúcar)	Promedio de Grados Brix Bebida de chocolate
A (20:80)	14.7
B (25:75)	13.1
C (30:70)	12.8
D (35:65)	12.4

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS FORMULACIONES PARA DETERMINAR PREFERENCIA

Del 5 al 7 de junio de 2017, en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos con un panel de 100 personas no entrenadas, conformado por personal del CENTA y estudiantes de la ENA, se determinó la preferencia del consumidor de las formulaciones. Las bebidas se evaluaron sensorialmente mediante Prueba de Categorías de Preferencia, los resultados se analizaron con la Prueba de Basker, con esta prueba se puede identificar cual de entre varios productos, más de tres, es preferido un panel conformado de 75 a 150 panelistas no entrenados quienes asignan un orden de preferencia a los productos después de haberlos probado todos, usando las categorías: 1= Mas preferida, 2 a la siguiente, 3 a la siguiente, hasta 4 = Menos preferida. La prueba no permite empate, forzosamente se debe asignar una categoría a cada producto. El orden de las muestras se presentó a los panelistas en forma aleatoria acompañada de una ficha diseñada para Prueba de Categorías de Preferencia (Anexo 1).

De acuerdo al número de panelistas y de productos a evaluar se define el valor crítico, utilizando la Tabla de Basker (Anexo 3). En este caso para 100 panelistas y cuatro productos el valor crítico entre suma de categorías es 46.9. Cuando la diferencia entre los valores de 2 variables resultan mayores al valor crítico quiere decir que existe una diferencia estadística significativa.

El menor puntaje de la suma de categorías corresponde al producto de mayor preferencia y el mayor puntaje corresponde al menos preferido.

Luego las sumas de categorías se colocan en una tabla de doble entrada y al valor de la sumatoria de cada columna se le resta el valor de la fila, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Organización de las sumatorias de categorías de referencia, Prueba de Basker.

Fórmula	Fórmula	A	B	C	D
	SUMA DE CATEGORIAS	ΣA	ΣB	ΣC	ΣD
A	ΣA	$\Sigma A - \Sigma A$	$\Sigma B - \Sigma A$	$\Sigma C - \Sigma A$	$\Sigma D - \Sigma A$
B	ΣB	$\Sigma A - \Sigma B$	$\Sigma B - \Sigma B$	$\Sigma C - \Sigma B$	$\Sigma D - \Sigma B$
C	ΣC	$\Sigma A - \Sigma C$	$\Sigma B - \Sigma C$	$\Sigma C - \Sigma C$	$\Sigma D - \Sigma C$
D	ΣD	$\Sigma A - \Sigma D$	$\Sigma B - \Sigma D$	$\Sigma C - \Sigma D$	$\Sigma D - \Sigma D$

Fuente: Arévalo Jara, M.A. 2015. Universidad de Cuenca, Ecuador.

ESTUDIO DE VIDA ÚTIL DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA.

La vida útil de los alimentos es el periodo desde la elaboración hasta la venta del producto, en el que mantiene las características sensoriales y de seguridad aceptables para el consumidor, almacenado en condiciones óptimas preestablecidas.

La calidad de los alimentos incluye tanto las cualidades sensoriales, microbiológicas, físicas y químicas. En el momento en que una de estas cualidades o características deseables se considera inaceptable, la vida útil del producto ha llegado al final.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para este estudio se elaboró el chocolate, se hizo tres grupos de muestras: el primero se empacó en papel aluminio, el segundo en papel empaque y el tercero en papel estaño, cada grupo se colocó por separado en bolsas de polietileno, las que fueron colocadas dentro de una caja plástica con tapadera y almacenadas a temperatura ambiente del Laboratorio de Tecnología de Alimentos (50% Humedad Relativa y 28°C de Temperatura).

Para determinar la vida útil del producto en los tres tipos de empaque se realizaron:

Análisis fisicoquímicos: Actividad de Agua y Humedad.

Análisis microbiológicos: Detección de *Salmonella sp*, Recuento de Coliformes totales, Recuento de Mohos y Levaduras.

Evaluación Sensorial: El sabor, olor, la apariencia, textura y aceptabilidad de la bebida se determinó por medio de la ficha de evaluación sensorial que se presenta en el Anexo 4.

Con estos parámetros fueron evaluadas las muestras durante un periodo de 4 meses, el análisis inicial corresponde al producto recién elaborado, posteriormente cada mes se realizaron los mismos análisis para verificar el comportamiento en el tiempo y por tipo de empaque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Definida la cantidad de producto para preparar las bebidas (17 g/100 ml de agua), se procedió a la evaluación sensorial por los 100 panelistas no entrenados, la información vertida por cada panelista en la ficha se recopiló en una tabla y se hizo la suma de las categorías de preferencia de cada producto en la columna y la suma de cada panelista en la fila, para comprobar que se asignó un orden a cada producto. El cuadro 4 muestra la sumatoria de categorías de las evaluaciones en la prueba sensorial. En Anexo 1 las evaluaciones de los 100 panelistas.

Cuadro 4. Sumatoria de Categorías de la prueba de preferencia

PANELISTAS	Formulaciones de bebida de chocolate				Total
	A	B	C	D	
1	1	2	4	3	10
2	1	2	3	4	10
3	1	2	3	4	10
4	1	2	3	4	10
5	1	2	3	4	10
.	2	4	1	3	10
.	2	1	3	4	10
.	4	3	2	1	10
.	1	2	4	3	10
.	4	2	1	3	10
.	1	2	3	4	10
.	3	2	1	4	10
.	1	2	4	3	10

.	1	2	3	4	10
.	1	2	3	4	10
.	1	3	2	4	10
.	1	2	3	4	10
.	1	2	3	4	10
.	1	3	2	4	10
.	2	1	3	4	10
.	1	3	2	4	10
.	1	4	2	3	10
100	2	3	1	4	10
Suma de categorías	200	250	226	324	1000

Fuente: Elaboración propia.

Las sumas de categorías se colocaron en una tabla de doble entrada y al valor de la sumatoria de cada columna se le restó el valor de la fila, como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de categorías de preferencia, Prueba de Basker

BEBIDAS	BEBIDAS	A	B	C	D
	SUMA DE CATEGORIAS	200	250	226	324
A	200	0	50	26	124
B	250	-50	0	-24	74
C	226	-26	24	0	98
D	324	-124	-74	-98	0

Fuente: Elaboración propia.

Si el valor crítico obtenido de tabla entre la suma de categorías es **46.9** y la diferencia entre los valores de 2 variables resultan mayor al valor crítico esto significa que existe una diferencia estadística significativa.

Además el menor puntaje de la suma de categorías corresponde al producto de mayor preferencia y el mayor puntaje corresponde al menos preferido.

Entonces se determina que:

- Las bebidas A y B presentan diferencia estadísticamente significativa.
- Las bebidas A y C no presentan diferencia estadísticamente significativa.
- Las bebidas A y D presentan diferencia estadísticamente significativa.
- El orden de preferencia de las bebidas de chocolate fue: $A > C > B > D$.

Dado que la preferencia entre las bebidas A y C no presenta diferencia estadísticamente significativa, para evaluar la vida útil en tres tipos de empaque, se seleccionó la fórmula C (30:70), ya que con 30% de cacao es posible moldear el producto en forma de tablilla como tradicionalmente se comercializa, es más nutritiva por su mayor porcentaje de cacao y tiene mejores características organolépticas; lo que no ocurre con la fórmula A (20:80), el producto es un polvo que no permite moldeo.

Una vez seleccionada la formulación se procedió a realizar los análisis de laboratorio para estimar su vida útil.

ACTIVIDAD DE AGUA

La actividad de agua (a_w) es un factor muy importante para la conservación de los alimentos y es una herramienta para comprobar su calidad, seguridad y vida útil. Los valores de la actividad de agua van de 0 a 1, los cercanos a 1 tienen mayor cantidad de agua disponible y los cercanos a 0 menor contenido. Alimentos como el chocolate, la miel, fideos, galletas, dulces, verduras secas, huevos y leche en polvo tienen una a_w inferior a 0.60. Los microorganismos no se multiplican por debajo de este valor, pero pueden

permanecer vivos durante largos períodos de tiempo (EQUINLAB S.R.L. La importancia de la Actividad de agua. NOVASIN).

La aw del chocolate respecto al tiempo de almacenamiento, conservado en papel aluminio y papel de empaque, vario en 0.09 unidades, partiendo de un valor inicial de 0.49 hasta 0.58 a los 136 días; mientras que la conservada en papel estaño solo vario 0.08.

Para todos los empaques, la actividad de agua reportó valores abajo de 0.60, lo que concuerda con lo consultado bibliográficamente. Los resultados en el cuadro 6 y figura 1.

Cuadro 6. Actividad de agua de chocolate para bebida almacenado en tres tipos de empaque.

Tiempo de almacenamiento (días)	Actividad de Agua		
	Papel Aluminio	Papel Empaque	Papel Estaño
0	0.49		
	Tipos de empaque		
43	0.52	0.55	0.53
72	0.52	0.54	0.52
105	0.54	0.53	0.53
136	0.58	0.58	0.57

Fuente: Elaboración propia. Equipo AQUA LAB 4TE.

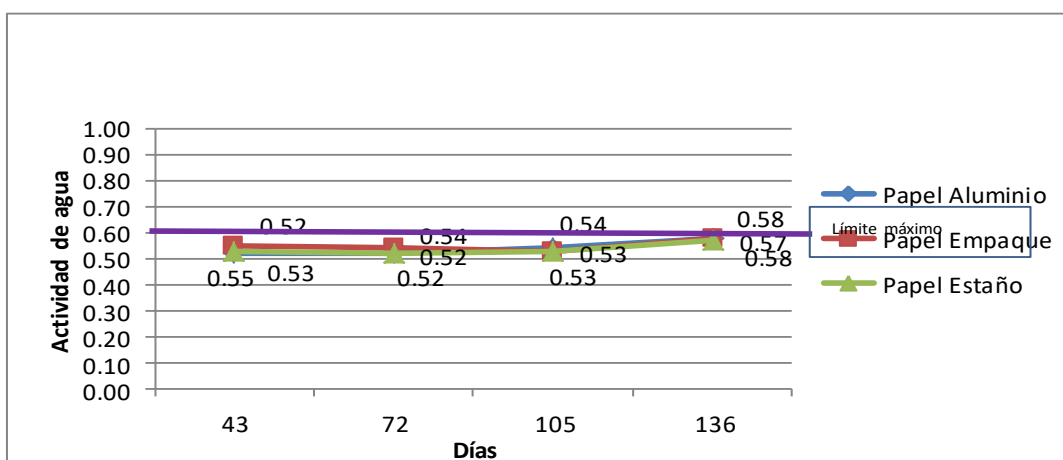


Figura 1 Actividad de agua en chocolate para bebida almacenado en tres tipos de empaques

HUMEDAD

La ganancia de humedad en los alimentos por sobre los límites establecidos para su conservación genera condiciones apropiadas para el crecimiento y desarrollo de microorganismos, que afectan la calidad y reducen la vida útil de los productos.

La humedad del chocolate para bebida en el período de tiempo almacenado en los tres tipos de empaque, osciló entre 0.75% a 1.0%, no sobrepasando el límite permitido para licor de cacao de 2.0% según CAOBISCO, ECA, FCC. 2016. Los resultados en el cuadro 7 y figura 2.

Cuadro 7. Humedad de chocolate para bebida almacenado en tres tipos de empaques.

Tiempo de almacenamiento (días)	Humedad (%)		
	Papel Aluminio	Papel Empaque	Papel Estaño
0	0.77*		
	Tipos de empaque		
45	0.85	0.95	0.75
73	0.83	0.79	0.86
105	1.00	0.98	0.97
136	0.77	0.95	0.84

Fuente: Elaboración propia.

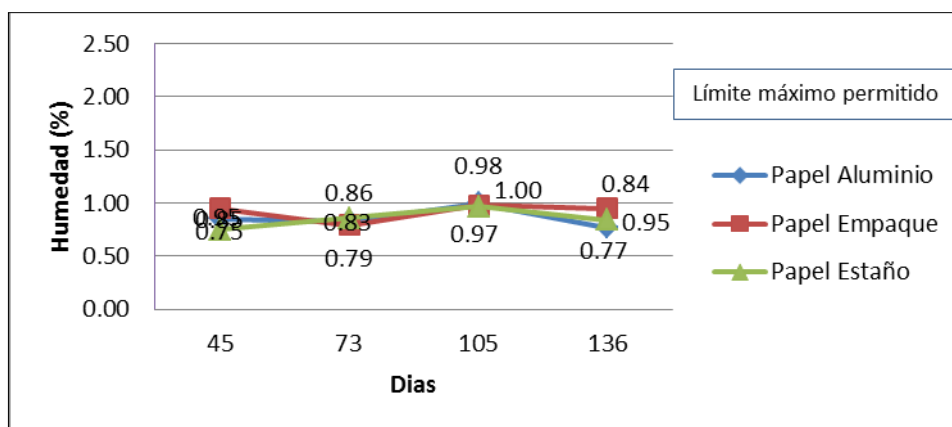


Fig 2. Resultado de humedad en chocolate para bebida almacenado en tres tipos de empaques.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La determinación de bacterias coliformes es de relevante importancia, porque se usan como indicadores de contaminación del agua y de los alimentos. La *Salmonella* es el principal riesgo microbiológico en el chocolate, su origen es fecal y puede llegar al cacao en el proceso de poscosecha, durante la extracción de las almendras o en el secado. Este microorganismo se puede destruir durante el tostado a temperatura mayor o igual a 120°C en 3 minutos.

Mientras que los mohos pueden desarrollarse durante los procesos de fermentación, secado y en el almacenamiento cuando el cacao se guarda fuera del rango de humedad establecido o el local permite el ingreso de humedad según CAOBISCO, ECA, FCC. 2016.

Los análisis microbiológicos que se realizaron en este estudio indican que los recuentos de coliformes, *Salmonella*, mohos y levaduras no sobrepasan los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana. 2013 que se tomó de referencia, ya que no se cuenta con una norma salvadoreña. Los resultados en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados de análisis microbiológicos en chocolate para bebida almacenado en tres tipos de empaques.

ANÁLISIS	Límite microbiológico de buena calidad*	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (días)													
		2	43						76	104	135				
		Sin Empaque	TIPO DE EMPAQUE												
			AL	EM	ES	AL	EM	ES	AL	EM	ES	AL	EM	ES	
Coliformes totales UFC/g	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmonella spp</i> en 25 g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Recuento de Mohos y Levaduras UFC/g	10	0	10 L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

AL= papel aluminio, EM= papel empaque, ES= papel estaño

UFC= Unidades Formadoras de Colonias. g= gramo Técnica. Placa Petrifilm de detección rápida.

* Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013, Cacao, chocolate y productos similares y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias.

EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial de los alimentos es un método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizan y/o miden las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico.

En la evaluación sensorial del chocolate para bebida, conservados en los tres tipos de empaque, durante el estudio de vida útil, participaron cinco panelistas no entrenados, se utilizó una ficha con la escala de calificación para los atributos de sabor, olor, apariencia, textura y aceptabilidad (Anexo 4). En esta prueba la calificación 2 determina el final del estudio de vida útil. Los resultados de la percepción respecto a las bebidas se detallan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados de la evaluación sensorial de las bebidas a 128 días de almacenamiento

Atributos	Papel Aluminio					Papel Empaque					Papel Estaño				
Sabor	3	3	3	4	4	3	2	2	4	4	4	3	3	4	4
Olor	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3
Apariencia	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4
Textura	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4
Aceptabilidad	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4

Fuente: Elaboración propia. Donde: 4=No existe diferencia, 3= Moderadamente diferente, 2=Diferente y 1 extremadamente diferente.

Dos panelistas detectaron sabor diferente y uno en la aceptabilidad en la bebida conservada en papel empaque a los 128 días de almacenamiento, esto indica que la vida útil del producto llegó a su final. Mientras que el papel aluminio y el papel estaño mantuvieron las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto original, durante el período evaluado.

Como resultado del estudio de vida útil, se redactó la Guía Técnica “Elaboración de chocolate para bebida”, considerando la experiencia, los resultados de los parámetros evaluados en el desarrollo del estudio y enriquecida con información bibliográfica de guías, estudios, manuales, publicaciones entre otros.

En cuanto al desarrollo de productos derivados del cacao como alternativa para contribuir a la cadena de valor del cultivo y dado el interés que tienen los productores y procesadores artesanales en elaborar bombones de cacao, redactó una guía técnica para la elaboración de bombones de chocolate amargo, denominados así, por su alto contenido de licor o pasta de cacao, éstos son menos calóricos, tienen mayores bondades nutricionales y beneficios para la salud.

Esta guía contiene la descripción de las etapas del proceso, formulación, adición de ingredientes, moldeo y los cuidados que se deben tener para producir bombones de calidad.

CONCLUSIONES

La fórmula C (30 % cacao y 70 % azúcar) fue la seleccionada para el estudio de vida útil porque permite el moldeo del chocolate y sus características organolépticas fueron las mejores de acuerdo a la evaluación sensorial.

De acuerdo al estudio de vida útil, el papel aluminio y el papel estaño mantienen las características de calidad del chocolate para bebida por más tiempo que el papel de empaque.

Con la tecnología descrita en las guías técnicas “Procesamiento de chocolate para bebida” y “Elaboración de Bombones de Chocolate” se espera contribuir en la cadena de valor del cultivo.

RECOMENDACIONES

Evaluar otros materiales de empaque que conserven el producto, que sean económicos, accesibles y atractivos.

Desarrollar otras formulaciones de chocolate, para diversificar la gama de productos en el mercado nacional con materias primas locales y con enfoque saludable.

BIBLIOGRAFÍA

Arévalo Jara, M.A. 2015. Elaboración de yogur a base de bacterias probióticas, prebióticos y vitamina A en la planta piloto de lácteos de la Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Consultado en junio del 2017. 200 p. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21946/1/TESIS.pdf>.

CAOBISCO, ECA, FCC. 2016. Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao. Consultado julio 2017. Disponible en: http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf. 110 p.

EQUINLAB S.R.L. La importancia de la Actividad de agua. NOVASIN. The Art of Precision Measurement. Consultado en octubre 2017. Disponible en: [http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf). 5 p.

Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013, Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias. Denominación. Métodos de prueba.

Orellana, V. Noviembre 2016. Estudio de mercado y prefactibilidad técnica y económica de productos de cacao en las MYPES de El Salvador.

Rodríguez, A. M.; Hernández, Y. 2014. Evaluación de la calidad microbiológica del chocolate artesanal y su caracterización. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” CENTA.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluación sensorial, prueba de categorías de preferencia.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
FICHA PARA EVALUACION SENSORIAL DE BEBIDA DE CHOCOLATE. PRUEBA DE CATEGORIAS DE PREFERENCIA	
Nombre: _____ Fecha: _____ Numero de prueba: _____	
Frente a usted están cuatro bebidas de chocolate. Pruébelas empezando en el orden presentado de izquierda a derecha . Por favor tome un poco de agua antes de empezar y entre cada una de las muestras para limpiar el paladar. Usted puede probar nuevamente las muestras una vez que haya terminado de probarlas todas.	
Asigne un orden de preferencia a las bebidas usando las siguientes categorías: 1= Mas preferida, 2 a la siguiente.....4 Menos preferida	
N° de Código de muestra	Orden de preferencia (no se permite empate)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Observaciones: _____	

Gracias por su participación	

Anexo 2. Tabla de Prueba de Basker y Kramer. Valor crítico de diferencia entre suma de categorías.

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Fuente: Lawlees HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo 3. Ficha de evaluación sensorial, determinación de vida útil.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL, CENTA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**EVALUACION SENSORIAL DE BEBIDA DE CHOCOLATE PARA DETERMINAR VIDA UTIL EN
TRES TIPOS DE EMPAQUE**

Evaluación N° ____

Nombre del panelista: _____ Fecha _____

Encierre en un círculo la puntuación que corresponde a la muestra evaluada, según sea su menor o mayor diferencia con la bebida original.

ATRIBUTO	PUNTUACIÓN	ESCALA
Sabor	4	No existe diferencia
	3	Moderadamente diferente
	2	Diferente
	1	Extremadamente diferente
Olor	4	No existe diferencia
	3	Moderadamente diferente
	2	Diferente
	1	Extremadamente diferente
Apariencia	4	No existe diferencia
	3	Moderadamente diferente
	2	Diferente
	1	Extremadamente diferente
Textura	4	No existe diferencia
	3	Moderadamente diferente
	2	Diferente
	1	Extremadamente diferente
Aceptabilidad	4	No existe diferencia
	3	Moderadamente diferente
	2	Diferente
	1	Extremadamente diferente

Si encontró diferencias en sabor y olor por favor descríbalas _____



DESARROLLO DE PULPAS DE FRUTAS TROPICALES DE EL SALVADOR

Patricia López¹

RESUMEN

El Salvador tiene una producción importante de frutas tropicales, por lo que es necesario aprovechar las segundas y terceras categorías de las frutas dándoles un valor agregado. En tal sentido la producción de pulpas azucaradas de frutas es una oportunidad para incursionar en el mercado formal nacional y ofrecer a los consumidores una alternativa nutritiva y práctica.

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENTA, de febrero a diciembre de 2017, en el cual se definió un proceso de producción y conservación de pulpas azucaradas de frutas, elaborándose una Guía Técnica “Producción de Pulpas de Frutas Tropicales de El Salvador”, utilizando como materia prima mango Haden (*Mangifera indica*), jocote Barón rojo (*Spondias purpurea*), nance (*Byrsonima crassifolia*), marañón (*Anacardium occidentale*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). Dando a conocer las características básicas del área de producción para pulpas, detalle de equipos, materiales y reactivos, cálculos de formulación bajo un sistema de elaboración de alimentos seguros y los flujogramas de proceso de cada una de las pulpas desarrolladas. De acuerdo a criterios de calidad física, química, sensorial y microbiológica establecidos, usando como referencia el Reglamento Técnico de Colombia ya que en nuestro país no existe una norma. De acuerdo a éste, las fórmulas de las pulpas desarrolladas cumplen con un mínimo 60% de fruta, pH abajo de 4 y un contenido de sólidos solubles no menor de 40 °Brix.

Una vez estandarizadas y pasteurizadas las pulpas se envasaron en bolsa plástica de alta densidad; su inocuidad se determinó mediante los análisis microbiológicos: Recuento total de aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Obteniéndose valores por debajo del límite mínimo establecido.

Se espera que la guía técnica sea una herramienta práctica y útil para los pequeños y medianos productores de frutas, emprendedores que tienen la idea de conformar una micro, pequeña o mediana empresa, contribuyendo así a la generación de empleo y seguridad alimentaria de la familia salvadoreña.

¹ Coordinadora del Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENTA El Salvador, C.A. Email patricia.esquivel@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

El Salvador tiene una producción importante de frutas tropicales, las cuales enfrentan serias limitantes, principalmente desde el punto de vista fitosanitario, para ser exportadas en estado fresco, por lo que constituyen una fuente confiable de materia prima para la agroindustria de frutas procesadas. CentralAmericaData.com en diciembre de 2017, informa que entre enero y junio de 2017 la región centroamericana exportó frutas congeladas por una suma de \$57 millones, 60% más que lo vendido durante el mismo período de 2016. Reporta para Costa Rica 39.5 millones, Guatemala 16, El Salvador 1.6 y 0.3 millones para Nicaragua.

Aun así, El Salvador tiene un elevado índice de importaciones de frutas provenientes en su mayoría de Guatemala, Honduras y México.

Es muy interesante el contraste entre importaciones y exportaciones de frutas, ya que, si bien existe un gran potencial en el mercado extranjero, con la facilidad de los tratados de libre comercio; el mercado local también presenta un gran potencial y una alta demanda que cumplir.

Por otro lado en El Salvador se ha promovido la plantación de frutas tropicales desde el año 2000, lo cual ha contribuido a la economía familiar y al medio ambiente, teniendo en la actualidad una superficie importante de frutales de 22,500 mz de cultivos comerciales.

En tal sentido el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENTA, desarrolló fórmulas de pulpas azucaradas de algunas frutas tropicales, considerando parámetros físicos, químicos y microbiológicos, preparadas con tecnología de pequeña escala, generando una Guía Técnica que permitirá a los productores utilizar las segundas y terceras categorías de las frutas para darle un valor agregado.

Si bien la expectativa de producción de pulpas congeladas está orientada a la exportación a países con climas templados, es importante y necesario, desarrollar y aprovechar los recursos naturales de las comunidades a fin de no perder cantidades importantes de frutas, ya que pueden convertirse en una fuente de ingreso económico y contribuir así a la seguridad alimentaria de la familia salvadoreña. En tal sentido la producción de pulpas de frutas azucaradas es una oportunidad para incursionar en el mercado formal nacional y ofrecer a los consumidores una alternativa nutritiva y practica de consumo de frutas tropicales del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Planta Piloto del Laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENTA, de febrero a diciembre de 2017. Comprendió en definir un proceso de producción y conservación de pulpas azucaradas de las frutas tropicales: mango Haden, jocote Barón Rojo, nance, marañón y maracuyá; a fin de generar una guía técnica con la información necesaria para producir a pequeña escala y así aprovechar segundas y terceras categorías de la fruta tropicales del país, dar un valor agregado y promover la industria de bebidas naturales en El Salvador.

Cuadro 1. Requisitos fisicoquímicos de pulpa azucarada

Requisitos	Parámetro	
	Mínimo	Máximo
Sólidos solubles (°Brix) a 20°C	40	
Contenido de fruta (expresado como %)	60	
Contenido de azúcar adicionada (expresado como %)		40
pH a 20°C		4

Fuente: Reglamento Técnico y Medida Sanitaria para Frutas y sus productos. República de Colombia. 2013.

Cuadro 2. Requisitos microbiológicos de pulpa azucarada pasteurizada

Requisitos	Parámetro	
	Mínimo	Máximo
Recuento de microorganismos mesófilos UFC/g o ml	500	800
Recuento Escherichia coli UFC/g o ml	< 10	---
Recuento de mohos y levaduras UFC/g o ml	100	200

Fuente: Reglamento Técnico y Medida Sanitaria para Frutas y sus productos. República de Colombia. 2013.

UFC= Unidades Formadoras de Colonias g= gramo ml= mililitro < = Menor que

Según la naturaleza de la fruta, la materia prima fue sometida a operaciones unitarias: recepción y pesado, selección y clasificación, lavado y sanitizado, precocción, pelado y cortado, despulpado, estandarización, pasteurización, envasado y sellado, enfriamiento y etiquetado, refrigeración y/o congelación. Los flujogramas en los anexos 1,2,3,4, y 5.

Para garantizar la inocuidad de los alimentos, es necesario cumplir con la Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Por lo que es importante tener en cuenta la evaluación de la calidad física, química, sensorial y microbiológica del producto terminado.

La estandarización de las pulpas se realizó en base a los requisitos especificados para pulpas azucaradas por el Ministerio de Salud y Protección Social en el Reglamento Técnico y Medida Sanitaria para Frutas y sus productos de la República de Colombia y se detalla en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 3. Requisitos sensoriales y de conservación de pulpas de frutas

Apariencia	Uniforme, libre de materiales extraños, admitiéndose una separación de fases y la presencia mínima de trozos, partículas oscuras propias de la fruta.
Color	Intenso y homogéneo, semejante al de la fruta de la cual se ha extraído el producto, presentando un ligero cambio de color.
Aroma	Característico e intenso de fruta madura y sana. Libre de olores extraños.
Sabor	Característico e intenso de fruta madura y sana. Libre de cualquier sabor extraño, amargo, astringente o fermentado.
Consistencia	Debe sentirse en la boca fluida y homogénea, sin espuma ni partículas extrañas.
Vida útil	Un año en condiciones de congelación, sin interrupción de la cadena de frío.
Empaque y presentación	Bolsas de polietileno y/o bolsa aluminizada según la línea de producto.
Manejo y transporte	Los productos se empaacan en cajas de cartón de acuerdo a la línea de producto. El producto debe manejarse a menos 18 grados centígrados siempre conservando la cadena de frío.

Fuente: Anteproyecto Norma Técnica Colombiana. NTC 404. Frutas procesadas. Jugos y pulpas de frutas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las formulaciones de pulpas azucaradas de frutas, constituyen una base para el desarrollo de la industria de bebidas naturales en El Salvador. Con la implementación de la tecnología de pulpas azucaradas, los productores de frutas podrán procesar sus excedentes, sin incurrir en la adquisición de equipo de alto costo e implementado las BPM será posible obtener productos de calidad e inocuos como los elaborados en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos.

La producción de pulpas azucaradas de frutas, presenta más ventajas que desventajas sobre la producción de pulpas congeladas, la fruta fresca y sobre otro tipo de conservación de las frutas, tales como: La alta demanda de consumo de productos naturales, si se cumple con especificaciones y regulaciones, se puede alcanzar alta calidad y eficiencia en el proceso productivo, permite conservar el aroma, color y sabor de la fruta hasta un año, actúan como reguladores de los suministros de fruta, porque se procesan en las épocas de cosecha para utilizarlas cuando hay poca disponibilidad.

La pulpa azucarada es de fácil y práctica preparación, el contenido de azúcar, hace menos dura la presentación congelada que las sin azúcar, lo que facilita las preparaciones.

En la estandarización de la pulpa, se determinó parámetros como: pH, % de acidez, sólidos solubles totales, tanto a la pulpa de fruta sin adición de ingredientes como al producto final, el cuadro resumen a continuación:

Cuadro 4: Resultados de los parámetros de las pulpas de frutas azucaradas

Requisito	Marañón	Nance	Jocote	Mango	Maracuyá	*Parámetro
pH inicial	4.57	4.51	4.96	3.33	4.36	Máximo 4
pH final	2.00	2.65	2.16	2.27	2.51	
°Brix inicial	13.7	6.7	18.3	4.9	11.0	Mínimo 40
°Brix final	63.3	45.3	48.8	59.3	62.1	

Fuente: Elaboración propia.

* Reglamento Técnico y Medida Sanitaria para Frutas y sus productos. República de Colombia. 2013.

En base a las mediciones realizadas, las pulpas desarrolladas cumplen con los parámetros de calidad fisicoquímica en cuanto al contenido de ácido cítrico y azúcar. Los valores de pH variaron entre 2.00 a 2.65 y están por debajo del valor máximo de 4; mientras que el contenido de sólidos solubles (°Brix) de todas las pulpas sobrepasan el mínimo valor establecido de 40°Brix. Cumpliendo con lo establecido por el Reglamento Técnico de la República de Colombia.

Cuadro 5: Resultados del análisis microbiológico en pulpas de frutas azucaradas

Requisito	Marañón	Nance	Jocote	Mango	Maracuyá	Parámetro *	
						Mínimo	Máximo
Recuento de microorganismos mesófilos UFC/g	45	76	0	64	0	500	800
Recuento <i>Escherichia coli</i> UFC/g	0	0	0	0	0	< 10	---
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	0	0	0	0	0	100	200

Fuente: Elaboración propia

* Requisitos microbiológicos de Pulpa azucarada pasteurizada. Reglamento Técnico y Medida Sanitaria para Frutas y sus productos. República de Colombia. 2013.

UFC= Unidades Formadoras de Colonias g= gramo < = Menor que

Una vez estandarizadas y pasteurizadas las pulpas se envasaron en bolsa plástica de alta densidad, la inocuidad de las pulpas azucaradas de frutas se determinó mediante los análisis microbiológicos: Recuento total de aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Obteniéndose valores por debajo del límite mínimo establecido por el Reglamento Técnico de Colombia, según se detalla en el cuadro 5.

Los resultados demuestran que es posible producir pulpas azucaradas de frutas de segunda o tercera categoría en un área limpia y adecuada, con equipos de pequeña escala y aplicando las BPM. Por ello se redactó una Guía Técnica con el objeto de transferir a los productores y productoras, la tecnología de procesamiento y conservación de algunas frutas tropicales de El Salvador y contiene temas como: Características básicas del área de producción, detalle de los equipos, materiales y reactivos necesarios, aspectos importantes para la producción de alimentos seguros, descripción de los procesos, cálculo y flujogramas de las pulpas desarrolladas, ventajas, desventajas y características generales de las pulpas de frutas.

CONCLUSIONES

Las formulaciones desarrolladas cumplen con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos según el reglamento técnico usado para referencia.

Se determinaron los flujogramas del procesamiento para la elaboración de pulpas de frutas.

Se espera que la Guía Técnica “Producción de Pulpas de Frutas Tropicales de El Salvador” sea una herramienta práctica y útil para los pequeños y medianos productores de frutas.

RECOMENDACIÓN

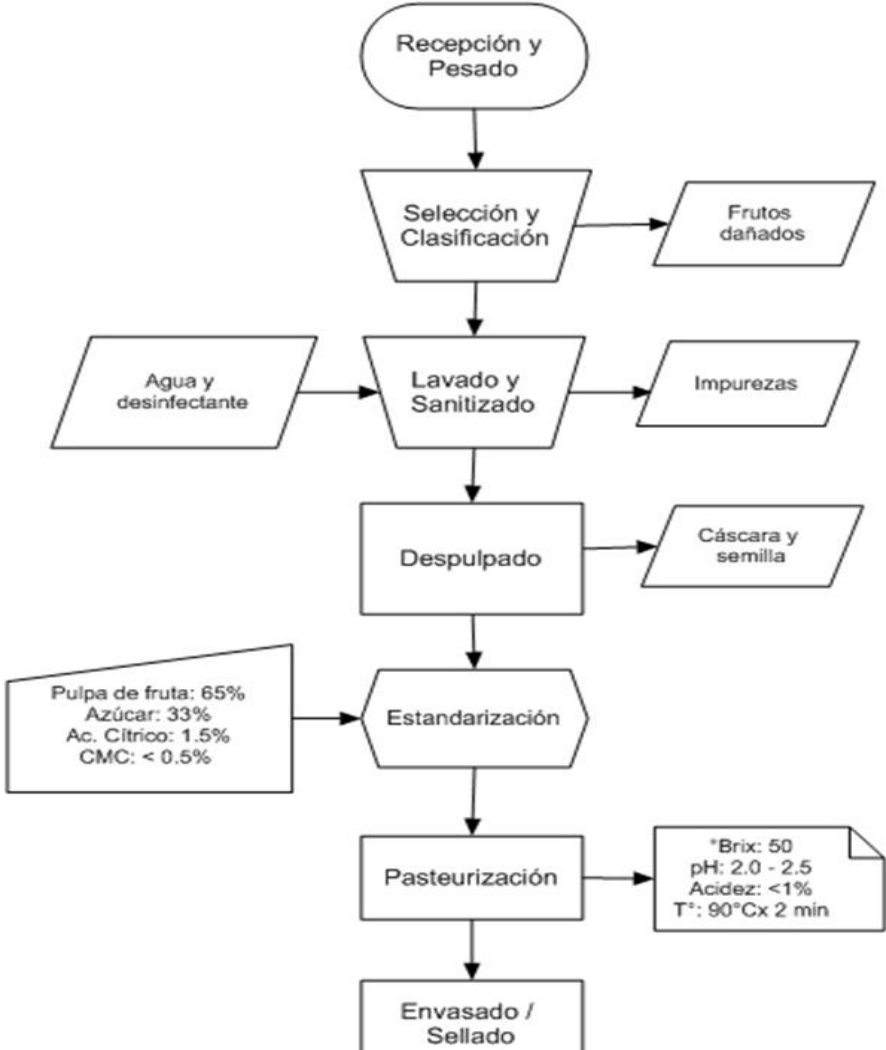
Desarrollar formulaciones de pulpas de otras frutas de producción nacional, a fin de aprovecharlas y acceder a nuevos mercados.

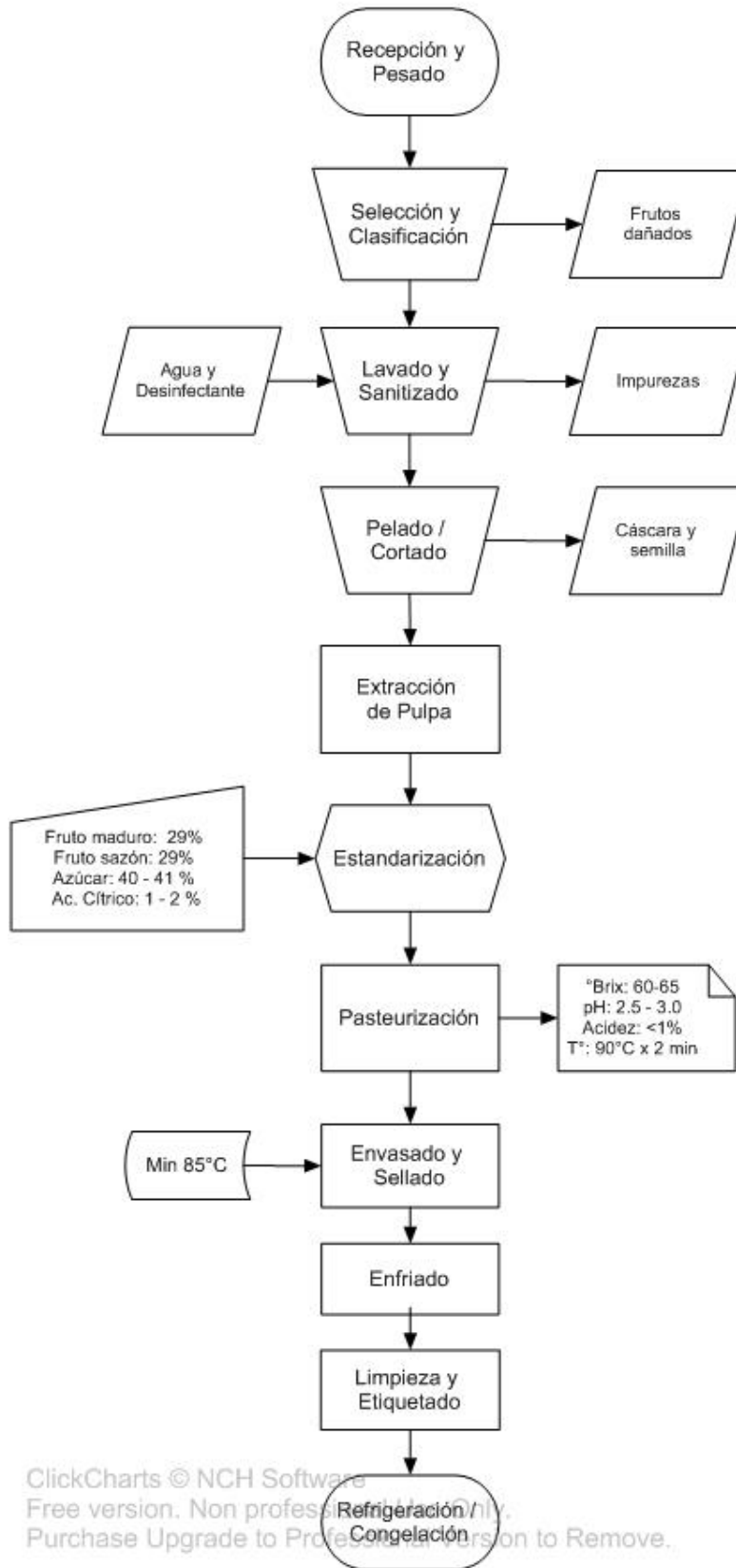
LITERATURA CONSULTADA

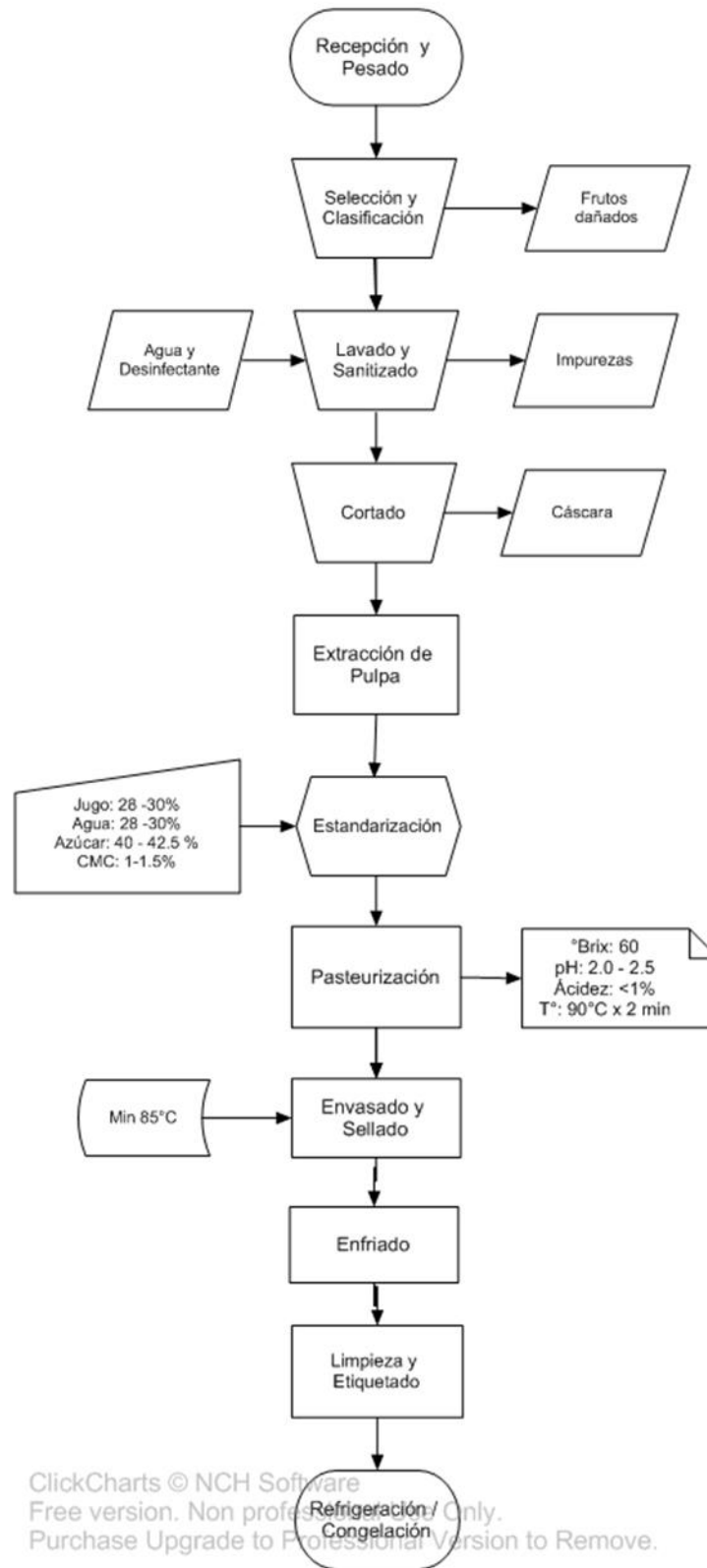
Ministerio de Salud y Protección Social. 2013. Reglamento Técnico y Medida Sanitaria para Frutas y sus productos. República de Colombia. 29 p. Resolución No. 3929.

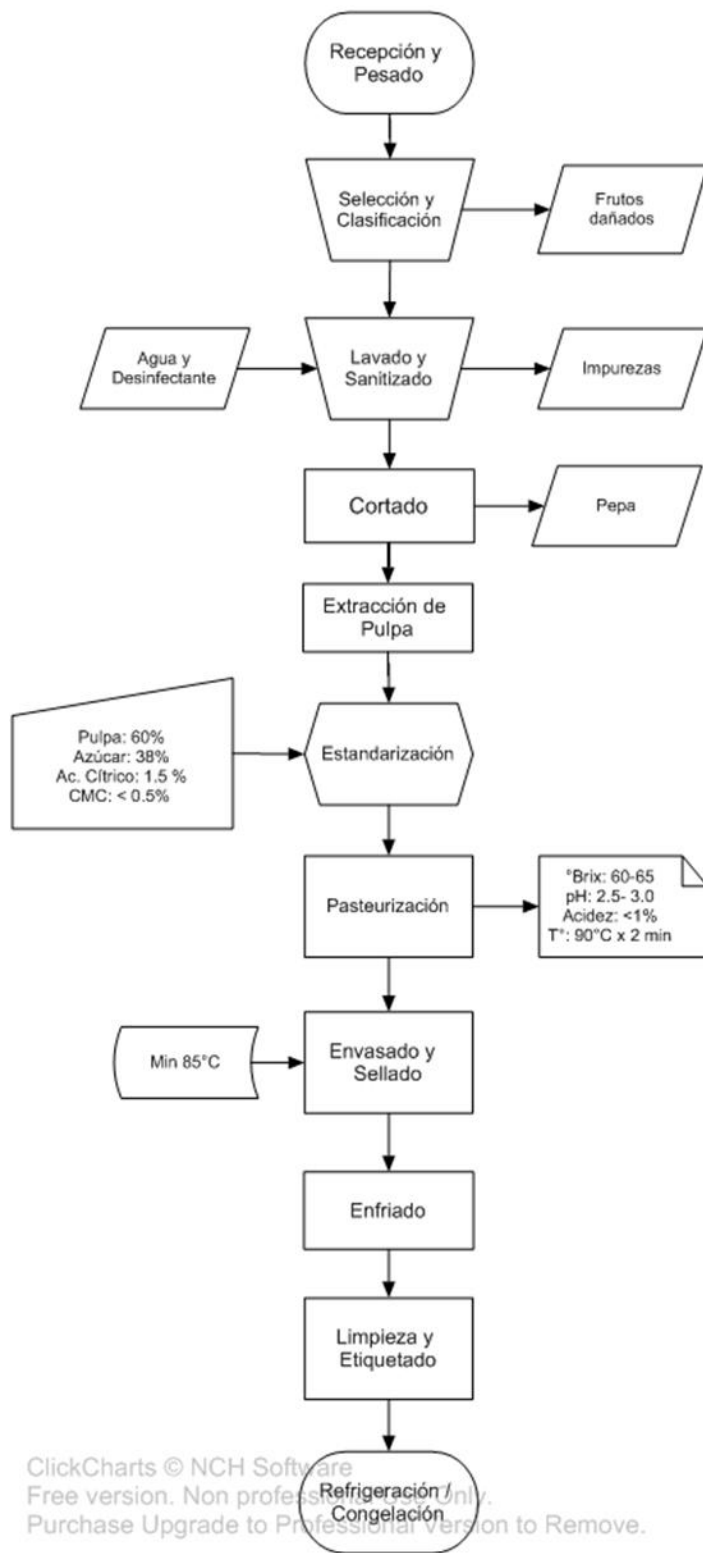
Anteproyecto Norma Técnica Colombiana. NTC 404. Frutas procesadas. Jugos y pulpas de frutas. Sexta Actualización. s.f. 10 p.

Anexo 1. Flujo de Pulpa de jocote Barón rojo

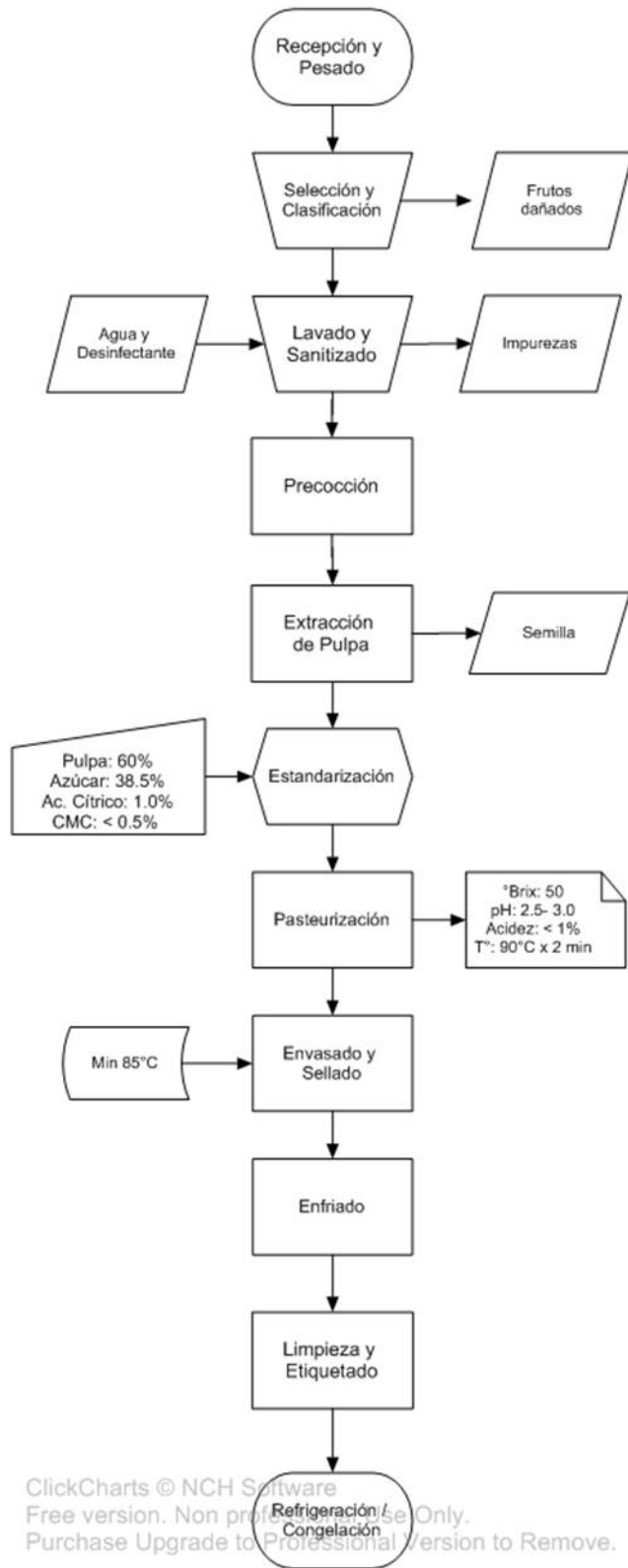








Anexo 5. Flujoograma de pulpa de nance



BIOTECNOLOGÍA



CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE MATERIALES CRIOLLOS DE CACAO DE EL SALVADOR

Karla María Quintanilla Moreno¹
José Elías Rumaldo Chinchilla²

RESUMÉN

La caracterización de la biodiversidad de los recursos fitogenéticos está considerada entre las líneas de investigación estratégicas a nivel mundial; el desarrollo de marcadores moleculares para *Theobroma cacao* permite la discriminación de los individuos en función del genotipo, independientemente del efecto ambiental o de las interacciones entre genes; en este sentido el trabajo de investigación se llevó a cabo en el área de biología molecular del Laboratorio de Biotecnología de CENTA, siendo su objetivo principal contribuir a la identificación y selección de materiales criollos del país a través de la caracterización molecular. Se evaluaron 40 materiales de cacao provenientes de 23 fincas de 21 productores del país; utilizando 20 secuencias de marcadores microsatélites; el porcentaje de amplificación obtenido fue del 100%, lo que permitió identificar 68 alelos, el número de alelos por locus presentes en las muestras analizadas presentó un rango entre 2 (mTcCIR 6, 7,22 y 293) y 5 (mTcCIR29, 37,8, y 290) alelos, con un promedio de 3,42.

Los primers mTcCIR60 y mTcCIR7 fueron los que mostraron la mayor heterocigosis observada y esperada de ambos marcadores 0,43 y 0,48 respectivamente, lo cual demuestra alta diversidad genética utilizando estos cebadores.

Los primers mTcCIR12, mTcCIR230 y mTcCIR37 fueron los más polimórficos según los contenidos de información polimórfica obtenidos (0,71; 0,63; 0,61 respectivamente). Los marcadores menos informativos fueron los mTcCIR293 y el mTcCIR7 con un índice de contenido polimórfico de 0,26

En cuanto a la estructura genética que reveló el análisis de agrupamiento, se puede apreciar que el análisis del dendrograma permite separar los materiales evaluados en tres grupos principales, y las relaciones genéticas existentes entre los genotipos estudiados con una correlación cofenética de 0,9193

Los resultados obtenidos se consideran un primer acercamiento de la diversidad genética de cacao de El Salvador y son de gran utilidad para desarrollar e implementar programas de mejoramiento y conservación, por lo que se recomienda relacionar los resultados de diversidad genética con caracteres morfoagronómicos.

Palabras claves: cacao, caracterización molecular, microsatélites, diversidad genética

¹Licenciada en Biología. Coordinadora del laboratorio de Biotecnología. CENTA, El Salvador, C.A. karla.quintanilla@centa.gob.sv

²Licenciado en Biología. Técnico del laboratorio de Biotecnología. CENTA, El Salvador, C.A. jose.rumaldo@centa.gob.sv

INTRODUCCIÓN

El cacao está clasificado en el género *Theobroma*, en la familia Malvácea con 22 especies descritas, ubicadas principalmente en Sudamérica y partes de Centroamérica (Ogata 2007). Es la principal materia prima del chocolate, un alimento repleto de propiedades nutritivas y energéticas. El cultivo del cacao es una actividad de gran importancia social y económica que ha registrado en los últimos años una dinámica comercial y productiva creciente. Además en El Salvador existe una cultura ancestral de cacao criollo de alto valor, de transformación y de consumo; y posee magníficas condiciones agroecológicas para su cultivo.

La caracterización de la biodiversidad de los recursos fitogenéticos está considerada entre las líneas de investigación estratégicas a nivel mundial, debido a que se perfila como la estrategia fundamental para la solución de los problemas actuales de los cultivos, a través del mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares, la adaptación a los cambios climáticos y el desarrollo de nuevas alternativas de producción (Virk, *et al* 1995). Los marcadores moleculares se caracterizan por estar ampliamente distribuidos en todo el genoma, tener herencia mendeliana y no estar influenciados por el medio ambiente, por lo cual resultan adecuados para su utilización en la identificación varietal de especies y la caracterización de la diversidad genética. Los microsatélites (*Single Sequence Repeats*, SSRs) son marcadores moleculares altamente polimórficos, y su característica de ser codominantes los potencia como una herramienta muy poderosa para generar una identificación confiable de organismos y permitir una evaluación adecuada de la diversidad genética (Tolares, *et al* 2005).

Hasta el momento no se tienen caracterizadas las poblaciones de cacao en el país de manera sistemática; es decir no está diferenciando el cacao criollo de los trinitarios y forasteros. Debido a la relevancia que está dando el país a los cacaos ancestrales, se requiere un nivel más profundo de conocimiento sobre los materiales conservados para escoger aquellos que puedan ser de mayor interés en el enriquecimiento de los sistemas productivos.

La caracterización molecular se presenta como la base a los estudios morfo-agronómicos realizados, orientados a la selección de cacaos elites que permitan el desarrollo de mejoramiento genético de extensión a los agricultores. Con el propósito de contribuir en el mejoramiento de las plantaciones de cacao el Laboratorio de Biotecnología con el uso de herramientas modernas en biotecnología, desarrolló esta investigación; cuyo objetivo principal fue contribuir a la identificación y selección de materiales criollos del país a través de la caracterización molecular.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de caracterización molecular se desarrolló en el área de biología molecular del Laboratorio de Biotecnología de CENTA, ubicado en el km 33.5, carretera a Santa Ana, municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, El Salvador.

La extracción de ADN del cacao se efectuó siguiendo metodologías reportadas para este cultivo y se compararon en términos de la concentración de ADN obtenida y de la pureza, cantidad y calidad extraída. Con el fin de evitar interferencias de resultados no esperados. La reacción de amplificación de ADN se optimizó buscando las condiciones de temperaturas, tiempos de reacción, número de ciclos, concentración de ADN, primer y de

otros componentes de la reacción, basándonos en los protocolos ya reportados para cacao, con el objeto de lograr bandas nítidas y reproducibles.

Colecta del Material Vegetal: se hicieron colectas en campo de 40 materiales que previamente fueron identificados por ser clasificados dentro de variedad de criollos, provenientes de 23 fincas de 21 productores en diferentes áreas de cultivo del país. De cada planta se colectaron hojas jóvenes y en buen estado fitosanitario que fueron almacenadas en papel toalla, rotuladas y almacenadas en una hielera con hielo seco hasta su respectivo procesamiento en el laboratorio.

Cuadro No.1 Listado de 40 materiales de cacao provenientes de 23 fincas de 21 productores en diferentes áreas de cultivo del país. CENTA, 2018

No. Correlativo	Nombre del propietario	Nomenclatura del árbol origen
1	Francisco Flores Recinos	FFR11
2	Francisco Flores Recinos	FFR10
3	Francisco Flores Recinos	FFR7
4	Francisco Flores Recinos	FFR4
5	Dionicio Acevedo	DA02
6	Gabriel Rafael de La Cruz Jacinto	GRCJ01
7	Susana Ortiz Ramirez	SOR01
8	Agustín Navidad	AN01
9	Adrián Asunción	AA01
10	Adrián Asunción	AA02
11	Adrián Asunción	AA03
12	Adrián Asunción	AA04
13	Vitelio Alas Salguero	VAS01
14	Vitelio Alas Salguero	VAS02
15	Francisco Lozano Escamilla	FLE01
16	Ricardo George López	RGL01
17	José Luis Cortez Marín	JLCM14
18	José Luis Cortez Marín	JLCM15
19	Rosalío Amas	RA02
20	Jaime Arévalo	JA PENTAGONA
21	Jaime Arévalo	JA01
22	Jaime Arévalo	JA02
23	Jaime Arévalo	JA03
24	Roberto Lazo	RL01
25	Josefa Pacas	JP01
26	René González Jiménez	RGJ01
27	Elsa paredes	EP01
28	Lisandro Argueta	LA01
29	Lisandro Argueta	LA02
30	Simeón Aguilar Fuentes	SAF01
31	Simeón Aguilar Fuentes	SAF02
32	Estefany Samayoa	SS01
33	Juan Santos Cáceres Martínez	JSCM01
34	Juan Santos Cáceres Martínez	JSCM02
35	Arnoldo Cáceres Martínez	AC01
36	Miguel Ángel Zepeda	MAZ01
37	Gregorio Orellana Argueta	GOA01
38	Gregorio Orellana Argueta	GOA02
39	Gregorio Orellana Argueta	GOA03
40	Manuel de Jesús Aquino	MJA01

Tratamiento del material vegetal: las hojas jóvenes colectadas y en buen estado fitosanitario; se maceraron en un mortero con nitrógeno líquido aproximadamente 1 g de hojas jóvenes; seguidamente se siguieron las siguientes actividades:

a. Extracción y cuantificación de ADN: para la extracción de ADN se siguieron dos protocolos descritos por Doyle & Doyle (1990) y Doyle (1991), además de la metodología sugerida por Dellaporta(1983) para determinar el método que nos diera mejores calidades de ADN extraído. El tampón de extracción incluyó CTAB y β -mercaptoetanol, y la purificación de ADN se realizó con cloroformo-alcohol isoamílico. La calidad y cantidad del ADN total extraído se evaluó en geles de agarosa al 0,8% y visualizados en luz ultravioleta. La estimación de la concentración aproximada de ADN se realizó por comparación con un marcador estándar. El ADN se almacenó a -20°C hasta su utilización.

b. Amplificación de ADN y electroforesis: para la amplificación de los microsatélites por PCR se utilizó el protocolo de estandarización de perfiles térmicos; obteniendo con ello la optimización de perfiles para PCR. Se utilizaron 20 secuencias de primers específicos para cacao (microsatélites); utilizando aquellos que ya han sido analizados previamente en otros estudios. Los productos de la amplificación se separaron por electroforesis en geles de agarosa al 2% según el protocolo adaptado; observando las bandas de ADN en transiluminador Labnet ENDURO™ GDS. Las muestras reveladas se capturan con el software diseñado para el equipo y se almacenan de manera digital para su posterior análisis.

Se amplificaron las muestras obtenidas de los materiales a través del genotipaje de marcadores microsatélites con la Tecnología M13 Tailing, con los marcadores mTcCIR1, mTcCIR7, mTcCIR6, mTcCIR8, mTcCIR10, mTcCIR11, mTcCIR12, mTcCIR15, mTcCIR22, mTcCIR26, mTcCIR29, mTcCIR33, mTcCIR37, mTcCIR40, mTcCIR58, mTcCIR60, mTcCIR mTcCIR274, mTcCIR290, y mTcCIR293 en una PCR dúplex.

La amplificación se realiza en un termociclador empleando un ciclo inicial de desnaturalización a 95°C por 4 minutos, una desnaturalización cíclica a 95°C por 1 min, 2 min de anillamiento a 51°C , 2 min de elongación cíclica a 72°C (25 ciclos), y un ciclo final de elongación a 72°C por 10 minutos.

c. Análisis de datos y construcción de dendrograma

Análisis de los registros gráficos de los geles de agarosa para la construcción de la matriz binaria

Se procedió a analizar cada uno de los geles identificando visualmente la presencia y ausencia de bandas con la finalidad de generar la matriz binaria de 0 (ausencia) y 1 (presencia). Los registros gráficos de los geles almacenados en formato jpg fueron copiados en power point 2016 y se procedió a marcar las bandas presentes para identificar los fragmentos de ADN obtenidos. La matriz binaria se construyó en una hoja de cálculo Excel office 2016.

Análisis de dendrograma por medio de clústers

Para la construcción del dendrograma se realizó el análisis de agrupamiento aplicando el y el índice de distancia genética de Dice con la fórmula: $2a/(2a + b + c)$ en software Infostat versión 2016e. Este índice cuenta el porcentaje de bandas compartidas entre dos individuos y les da más importancia a aquellas bandas presentes en ambos. Considera que la ausencia

tiene menor importancia biológica y de esta manera, este coeficiente tiene un significado completo en función de la similitud del ADN.

Los datos moleculares obtenidos en el área de Biología Molecular del Laboratorio de Biotecnología, se corroboraron con los datos moleculares obtenidos en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Pichincha, Ecuador provenientes de la caracterización molecular de las muestras de los 40 materiales enviados previamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Algunos materiales de cacao resultaron ser recalcitrantes para la extracción de ADN, en particular, aquellos que han estado sin manejo agronómico continuo, por lo que en algunos materiales no fue posible hacerle una extracción de buena calidad, por lo cual se necesitó trabajar con muestras frescas y extremar las medidas de control de fenolización del tejido vegetal. Se encontró que algunos materiales de cacao son recalcitrantes, es decir que tienden a tener una alta tendencia a la fenolización de las muestras en el proceso de extracción de ADN, ante esto se hace necesario garantizar una óptima calidad en los resultados de amplificación de microsatélites por PCR. Dentro de los 20 marcadores específicos para cacao utilizados, permitieron obtener amplificaciones legibles en los geles, para la generación del dendrograma con el programa estadístico Past que permitió agrupar a los 40 materiales de cacao en tres grupos diferentes.

COLECTA DE HOJAS DE CACAO PARA EXTRACCIÓN DE ADN

La colecta de las hojas de crecimiento intermedio, vigoroso y sano, así como su uso fresco o en las siguientes 24 horas, evitó la activación de mecanismos oxidativos que interfirieran en la extracción y degradación del ADN.

EXTRACCIÓN DE ADN

Se probaron tres protocolos diferentes de extracción de ADN en hojas de cacao, los cuales no dieron buena calidad requerida, respectivamente, los cuales no son satisfactorios para los propósitos requeridos. Posteriormente, se probaron otras modificaciones reportadas sobre estos protocolos clásicos y protocolos desarrollados particularmente para *T. cacao*; por lo que se empleó otro protocolo de extracción para especies con altos contenidos de compuestos oxidativos, empleándose el método de Risterucci *et al.* (2000) con modificaciones realizadas en el laboratorio de Biotecnología de CENTA, por lo que se cuenta con un documento técnico para los cacaos del país (Fig.1). Las modificaciones realizadas al método permitieron extraer ADN de cacao de buena calidad, principalmente por la incorporación de dos tipos de antioxidantes adicionales como el PVP-40 y el 2-Mercaptoetanol.



Fig.1 Documento técnico: “Estandarización de un protocolo de obtención de ADN genómico para la caracterización molecular de materiales nativos de cacao”. CENTA, 2017

Ha et al. (2015) reportan que el cacao contiene altos niveles de polifenoles que pueden interferir con el aislamiento del ADN. Además, la presencia de componentes inhibidores puede disminuir la eficiencia o interferir con la reacción del ADN polimerasa. Por lo tanto, un método de aislamiento de ADN óptimo para cacao es esencial para obtener un ADN libre de contaminantes inhibitorios.

Las diferencias relacionadas con los protocolos reportados previamente para estas especies o su especie relacionada sugieren que las condiciones ambientales, incluyendo el manejo cultural de los materiales, puede ser un factor clave en el establecimiento de protocolos de extracción de ADN. Los resultados obtenidos sugerían que el control de la oxidación fenólica no era el paso relevante a superar, y que ha sido observado posteriormente en nuestro laboratorio con el protocolo final obtenido; para ello se utilizó β -mercaptoetanol al 0,2% y PVP al 1% en los tampones de extracción de manera que se evitó eficientemente dicha oxidación en los procedimientos.

MICROSATELITES

Se evaluaron 20 microsátélites en una muestra de 40 materiales. El porcentaje de amplificación obtenido fue del 100%, lo que permitió identificar 68 alelos y obtener la huella genómica para la identificación genotípica de cada material. El número de alelos por

locus presentes en las muestras analizadas presentó un rango entre 2 (mTcCIR 6, 7,22 y 293) y 5 (mTcCIR29, 37,8, y 290) alelos, con un promedio de 3,42.

Los 20 primers evaluados, permitieron obtener productos de amplificación; por lo que el polimorfismo detectado con todos los marcadores fue del 100%. Los primers mTcCIR12, mTcCIR37 y mTcCIR230 fueron los más informativos en cuanto al polimorfismo y variabilidad genética.

Las estimaciones de diversidad genética realizadas, incluyendo número de alelos por locus, heterocigosidad por locus, diversidad y contenido de información polimórfica, indican que el marcador mTcCIR12, presenta la mayor variabilidad entre los materiales evaluados, y por lo tanto, un mayor poder discriminante.

El procedimiento de amplificación efectuado fue adecuado para la amplificación de ADN en genotipos de cacao de El Salvador, particularmente el uso del ADN a la concentración de 20 ng por mezcla de reacción. Las estimaciones de diversidad genética se realizaron para 40 materiales de cacao utilizando 20 marcadores microsátélites. Estas incluyeron el número de alelos por locus, la heterocigosidad por locus, la diversidad genética o heterocigosidad esperada y el contenido de información polimórfica. Los datos se presentan en el cuadro No.2

Cuadro.2 Parámetros de diversidad biológica para los diferentes primers analizados en cacao. CENTA, 2018

Número de alelos	Frecuencia alélica Primer	Alelo a	Alelo b	Alelo c	Alelo d	Alelo e	ΣFi	PIC	He	Ho
3	mTcCIR 1	0,18	0,71	0,00	0,00	0,00	1,00	0,46	0.30	0.21
3	mTcCIR 40	0,20	0,69	0,00	0,00	0,00	1,00	0,49	0.29	0.20
4	mTcCIR 33	0,19	0,70	0,04	0,00	0,00	1,00	0,47	0.23	0.14
2	mTcCIR 7	0,86	0,10	0,00	0,00	0,00	1,00	0,26	0.48	0.08
3	mTcCIR 230	0,29	0,53	0,08	0,00	0,00	1,00	0,63	0.30	0.19
3	mTcCIR 60	0,19	0,72	0,00	0,00	0,00	1,00	0,44	0.30	0.43
5	mTcCIR 290	0,13	0,09	0,67	0,00	0,00	1,00	0,53	0.14	0.21
3	mTcCIR 58	0,22	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,51	0.29	0.21
5	mTcCIR 37	0,12	0,11	0,59	0,15	0,00	1,00	0,61	0.19	0.06
5	mTcCIR 8	0,63	0,18	0,07	0,00	0,04	1,00	0,57	0.18	0.16
3	mTcCIR 11	0,08	0,81	0,00	0,00	0,00	1,00	0,34	0.30	0.21
2	mTcCIR 6	0,80	0,09	0,00	0,00	0,00	1,00	0,35	0.44	0.21
4	mTcCIR 15	0,10	0,00	0,07	0,64	0,00	1,00	0,58	0.20	0.35
2	mTcCIR 22	0,72	0,08	0,00	0,00	0,00	1,00	0,48	0.40	0.36
3	mTcCIR 26	0,60	0,20	0,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0.27	0.36
4	mTcCIR 12	0,21	0,11	0,48	0,00	0,00	1,00	0,71	0.20	0.36
5	mTcCIR 29	0,06	0,28	0,65	0,02	0,00	1,00	0,50		
4	mTcCIR 10	0,66	0,11	0,03	0,00	0,00	1,00	0,55	0.20	0.36
3	mTcCIR 274	0,65	0,15	0,00	0,00	0,00	1,00	0,56	0.20	0.36
2	mTcCIR 293	0,15	0,85	0,00	0,00	0,00	1,00	0,26		
3,42		0,35	0,36	0,13	0,04	0,00	1,00	0,49		

Los primers mTcCIR60 y mTcCIR7 fueron los que mostraron la mayor heterocigosis observada y esperada de ambos marcadores 0,43 y 0,48 respectivamente, lo cual demuestra alta diversidad genética utilizando estos cebadores.

Los primers mTcCIR12, mTcCIR230 y mTcCIR37 fueron los más polimórficos según los contenidos de información polimórfica obtenidos (0,71; 0,63; 0,61 respectivamente). Los marcadores menos informativos fueron los mTcCIR293 y el mTcCIR7 con un PIC de 0.26

DISTANCIA GENÉTICA

Los genotipos se agruparon en el dendrograma utilizando el Coeficiente de Dice (Dice, 1945). La Figura 2 muestra los agrupamientos obtenidos de los 40 materiales con índices de Similitud Genética superiores a 0,42. El punto de corte (PC) señala la presencia de tres grupos con varios subgrupos internos que varían en orden de similitud, las relaciones genéticas existentes entre los genotipos estudiados con una correlación cofenética de 0,9193

En cuanto a la estructura genética que reveló el análisis de agrupamiento, se puede apreciar que el análisis del dendrograma permite separar los materiales evaluados en tres grupos principales, uno de ellos compuesto por cuatro materiales de procedencia cacaos antiguos (AC1, GOA2, DA2, GOA3) y tres materiales cacaos modernos (SAF2, MJA1, GRCJ1). El otro grupo, se compone de quince materiales cacaos antiguos exclusivamente (AN 1, JSCM2, RGL 1, VAS 1, VAS 2, AA 4, FFR 11, FFR 10, JP 1, AA 3, SOR 1, JSCM 1, AA 2, MAZ 1, FLE 1), mayormente presentan similitud genética, probablemente corresponda a genotipos con mayores características de cacao criollo y siete materiales considerados como cacaos modernos (LA 2, SAF 1, AA 1, GOA1, EP 1, RL 1, LA1). Cuando se analizaron los resultados de los patrones de bandas detalladamente, se encontró que los materiales de cacao antiguos que se agruparon juntos en el dendrograma, presentan un perfil de bandeo casi idéntico, mientras que los materiales como cacaos modernos difieren de los anteriores en dos o tres alelos, mostrando que a pesar de pertenecer al mismo clúster, existe gran diversidad genética dentro de esta colección que debe ser estudiada más ostensiblemente para ser aprovechada en programas de mejoramiento del cultivo de cacao.

El último grupo está conformado en su mayor parte por materiales modernos JLCM 15, RA2, JLCM 14, JA 3, RGJ 1, SS 1, FFR7, FFR4, siendo los únicos tres materiales cacaos antiguos JA PENTAGONA, JA 2, JA 1 existiendo entre ellos una similitud genética del 85%.

En el país han sido mínimos los estudios de diversidad genética en cacao utilizando marcadores moleculares microsatélites, por lo tanto se considera de gran importancia este análisis aportando un conocimiento a nivel molecular y de variabilidad genética para *Theobroma cacao* L.. Además, se hace evidente y necesario que este tipo de investigaciones se integren a otras áreas como: mejoramiento genético, conservación, control biológico y así apuntar a desarrollo de programas para el fitomejoramiento en el cultivo.

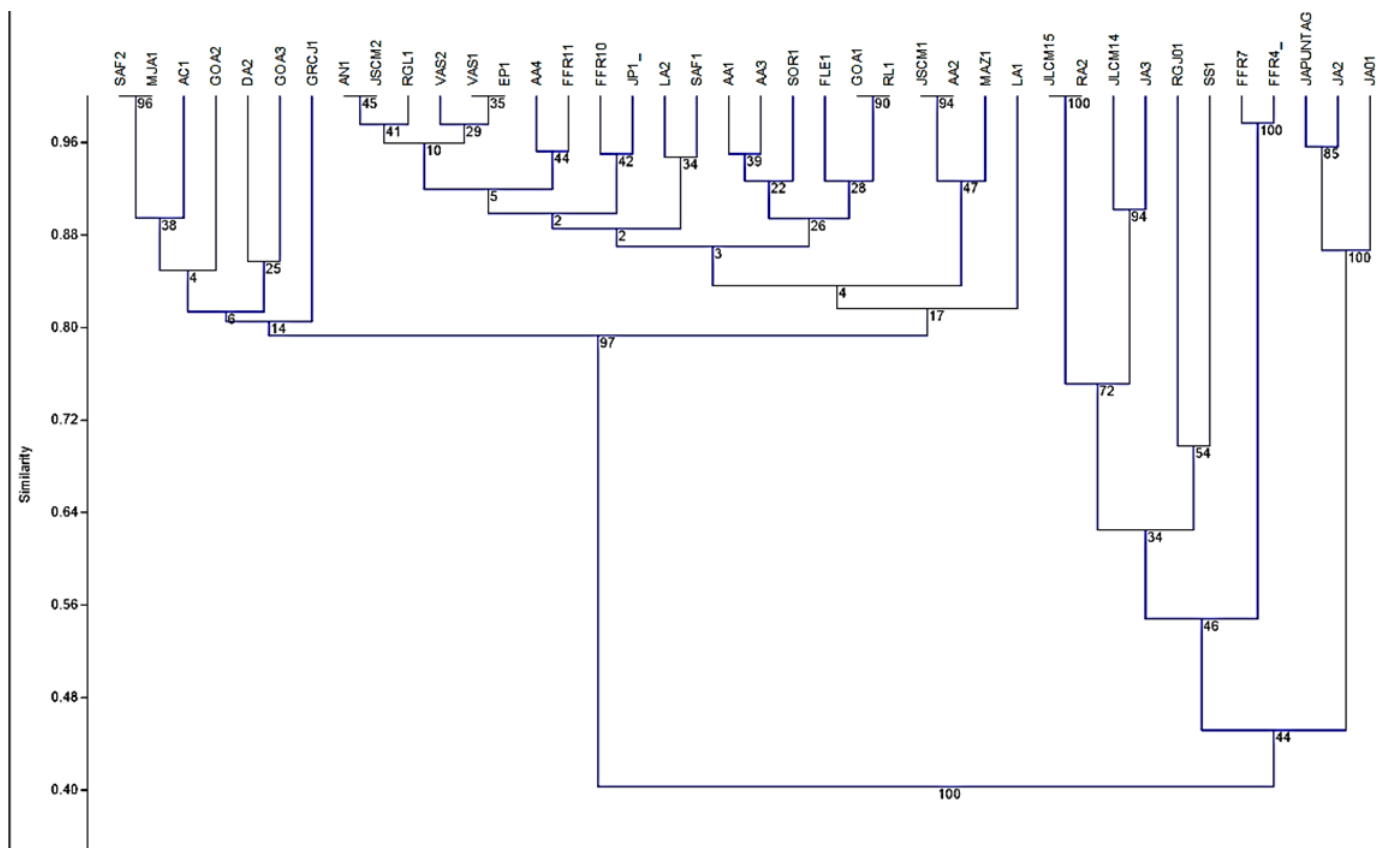


Fig. 2 Dendrograma generado con el coeficiente de Dice para los 40 materiales de cacao de El Salvador; siendo el coeficiente cofenético de 0.9193.CENTA, 2018.

Los materiales caracterizados, agrupados en los tres clústers conformados por medio del índice de Dice, se desglosan de la siguiente manera:

Grupo No. 1= SAF 2, MJA 1, AC 1, GOA 2, DA 2, GOA 3, GRCJ 1

Grupo No.2= AN 1, JSCM2, RGL 1, VAS 1, EP 1, VAS 2, AA 4, FFR 11, FFR 10, JP 1, LA 2, SAF 1, AA 1, AA 3, SOR 1, FLE 1, GOA1, RL 1, JSCM 1, AA 2, MAZ 1, LA1

Grupo No.3= JLCM 15, RA2, JLCM 14, JA 3, RGJ 1, SS 1, FFR7, FFR4, JA PENTAGONA, JA 2, JA 1

Este trabajo, en el cual se evaluaron 40 materiales de *Theobroma cacao* L. utilizando veinte marcadores moleculares microsátélites, sugiere que, a pesar de tratarse de materiales que se encuentran la mayor parte de una forma silvestre sin manejo agronómico oportuno, en general existe un nivel importante de diversidad genética, diversidad que supone un potencial valioso que puede ser explotado favorablemente en beneficio del fitomejoramiento de este cultivo.

Esto sugiere que es posible utilizar los marcadores más polimórficos de este estudio, complementándolos con algunos adicionales, con el fin de desarrollar una herramienta molecular que ayude en el diagnóstico de origen probable de los materiales de cacao o de algunos de sus productos derivados. En el mismo sentido, es posible también utilizar esta estrategia para evaluar el grado de introgresión genética de los materiales híbridos que se obtienen durante los programas de mejoramiento.

CONCLUSIONES

1. Se cuenta con la caracterización molecular de 40 materiales de cacao, provenientes de 23 fincas de 21 productores del país.
2. Con el uso de los marcadores moleculares microsátélites se logró determinar el nivel de diversidad molecular existente en los individuos de cacao en estudio.
3. Los materiales concernientes al grupo 2, de acuerdo al análisis de distancias genéticas, probablemente corresponda a genotipos con mayor características de cacao nativos antiguos.

RECOMENDACIONES

1. Relacionar los análisis moleculares de los 40 materiales en estudio, con la estricta relación geográfica y morfológica de los mismos con el fin de utilizarlos como herramienta para la toma de decisiones en cuanto a las estrategias de mantenimiento, enriquecimiento y uso de los materiales.

LITERATURA CONSULTADA.

Dellaporta, S. L., Wood, J., & Hicks, J. B. (1983). A plant DNA miniprep: version II. *Plant molecular biology reporter*, 1(4), 19-21.

Dice, L.R. 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26: 297-302.

Doyle, J. J. y Doyle, J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 12: 13-15.

Doyle, J. J. (1991). DNA protocols for plants. En G. Hewitt, A. W. B. Johnson, y Young, J. P.W. (Eds.), *Molecular Techniques in Taxonomy* (pp. 283-293). NATO ASI Series H, Cell Biology Vol. 57.

Lanaud, C., *et al.* 1999. Isolation and characterization of microsatellites in *Theobroma cacao* L. *Mol Ecol* 8: 2141-2143

Nisao Ogata, 2007. El cacao. CONABIO. Biodiversidad 72:1-5. Num.72, mayo-junio de 2007. Issn: 1870-1760, boletín bimestral.

Risterucci, A. M., Grivet, L., N'goran, J. A. K., Pieretti, I., Flament, M. H., Lanaud, C. (2000). A high-density linkage map of *Theobroma cacao* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 101(5-6), 948-955

Tolares, S., Marcucci, P., y Harrond, L. (2005). Identificación genética de clones en *Eucalyptus grandis* utilizando Microsatélites. Instituto de Recursos Biológicos CNIA, INTA Castelar.

Virk, P., Ford-Lloyd, B., Jackson, M., y Newbury, J. (1995). Use of RAPD for the study of diversity within plant germplasm collections. *Heredity*, 74, 170-179

LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL CACAO (*THEOBROMA CACAO L.*) PRODUCIDO EN ENSAYOS AGRONÓMICOS DE CENTA.

Grecia Lídice Henríquez de Chávez ¹

RESUMEN

El CENTA, está ejecutando el proyecto “Desarrollo tecnológico y fortalecimiento de la base productiva y agroindustrial para la cacaocultura con enfoque agroecológico en El Salvador”, y en el marco de dicho proyecto se están caracterizando y desarrollando los materiales para ser recomendados a los productores, con el objetivo de poder competir a nivel internacional con cacao de excelente calidad.

La investigación se ha enfocado en evaluar atributos de calidad en granos de cacao cultivados en el territorio de El Salvador (accesiones, materiales introducidos y clones), con el fin de seleccionar aquellos materiales que reúnen los parámetros establecidos como cacaos finos de aroma.

Esta evaluación ha consistido en análisis sensoriales y físicos realizados por el Programa de Agroindustria que posteriormente ha trasladado las muestras al Laboratorio de Química Agrícola para la realización de análisis físicos-químicos: humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra cruda, acidez total, fósforo y calcio. Las muestras recibidas para los análisis pasaron previamente por el proceso de fermentación que es crítico en las variaciones de los parámetros de calidad.

¹Ingeniera Química Coordinadora del Laboratorio de Química Agrícola

INTRODUCCIÓN

Los países de mayor producción de Cacao son: Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún; también es importante lo producido en Brasil, Colombia, Ecuador, República Dominicana, México, Venezuela, Perú, Malasia e Indonesia. Todos estos productores se enfocan en producir granos de cacao de excelente calidad (7). Por ello, tomando de referencia esta tendencia y considerando que el mercado de cacao cada vez es más exigente, la investigación se ha enfocado en evaluar atributos de calidad en granos de cacao cultivados en el territorio de El Salvador, con el fin de seleccionar aquellos materiales que reúnen los parámetros establecidos como cacaos finos de aroma, y así contribuir a identificar los tipos de cacao de mejor calidad producidos en diferentes localidades del país.

El MAG y el CENTA se han planteado como objetivo el rescate de la cultura y tradición ancestral del cultivo de cacao como cadena de valor para la población salvadoreña, y se ha encontrado con la problemática técnica de que no hay un buen conocimiento de los materiales producidos, por lo que una de las soluciones es caracterizar y conservar los materiales nacionales en las diferentes condiciones del país.

Para realizar dicha caracterización, en el Laboratorio de Química Agrícola se está trabajando en el desarrollo de metodologías y técnicas de análisis nuevas y en la implementación de instrumentos de análisis de última tecnología. Lo anterior con el objetivo de analizar los parámetros fisicoquímicos en los granos fermentados, secados y tostados de los materiales seleccionados por el Programa de Frutales y Cacao y el Laboratorio de Biotecnología, y procesados en el Programa de Agroindustria. Dichas metodologías y técnicas para el control de calidad del cacao están siendo documentadas en un manual para análisis de: pH, humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra cruda, carbohidratos, teobromina, cafeína, polifenoles y otros parámetros requeridos a nivel internacional para la comercialización de los granos de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa de Frutales y Cacao como coordinador del Proyecto Cacao, evaluó y seleccionó diferentes árboles de Cacao, los cuales fueron muestreados y las muestras entregadas para su procesamiento y análisis físico/sensorial al Programa de Agroindustria.

Después del procesamiento de las mazorcas, los granos de cacao fermentados y secos, fueron entregados al Laboratorio de Química Agrícola para la realización de los diferentes análisis fisicoquímicos establecidos en el proyecto (ver resultados en Tablas 1 y 2).

Para realizar los análisis químicos de los granos de cacao, se tomó como metodologías base las desarrolladas en:

- Manuales de Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists).
- Manual para análisis de cacao en laboratorio del IICA.
- Metodologías ISO para el análisis de Granos de Cacao.

Se probó los métodos y mediante ensayo y error se definió los procedimientos de análisis a utilizar, que están siendo recopilados en un manual de metodologías de análisis para cacao.

Las muestras recibidas se descascararon manualmente y se molieron al tamaño requerido según cada metodología. Las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio para realizar los análisis de contenido de humedad, cenizas, proteína (porcentaje N x 6.25), grasa, fibra cruda y pH. Cada análisis se realizó hasta por triplicado y se reporta el promedio de los valores obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según literatura consultada las características químicas son determinadas en gran parte por el genotipo de cacao, sin embargo, las variaciones en algunos parámetros como el contenido de grasa, son influidos directamente por el tamaño de los granos y por el proceso de beneficiado (Cross, 1997).

En el Anexo 1 se resumen los resultados obtenidos en los análisis de las muestras entregadas al laboratorio hasta la fecha, todavía están en desarrollo las metodologías de análisis de Teobromina, Cafeína y Polifenoles Totales.

En el Anexo 2 se encuentran los Avances del Manual de Metodologías de Análisis de Cacao y sus productos.

CONCLUSIONES

Las composiciones proximales determinadas en el laboratorio presentan variaciones significativas entre los valores de humedad, proteína, grasa, fibra cruda y ceniza obtenidos para las diferentes muestras analizadas.

Los tamaños de las muestras no fueron suficientes para realizar algunos de los análisis, y se espera poder contar con más muestras de los árboles seleccionados para poder realizar los análisis faltantes.

LITERATURA CONSULTADA

Afoakwa E.O. 2010. Chocolate Science and Technology. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication

Amano.chocolate.2010.Cacao.flowers.http://www.amanochocolate.com/articles/theobroma cacao.html.

Beckett, S.T., 2009. Industrial chocolate manufacture and use. 4nd edition. Blackie/Chapman & Hall.

Ann Marie Kostyk, 2010. Theobroma cacao grandiflorum flower http://annmariekostyk.com/2010/06/25/theobroma-cacaos-flowersods/theobromacacao-grandiflorum-flower/.

Corporación Andina de Fomento (CAF), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 2012 Bogotá _Análisis Sectorial Dimensionamiento de oferta desde Colombia para Cacao fino y de aroma en grano para exportación hacia Estados Unidos, Francia, Países Bajos, España, Bélgica, Inglaterra, Alemania e Italia. Proyecto.

EFSA. 2008. European Food Safety Authority. Theobromine as undesirable substances in animal feed. Scientific opinion of the panel en contaminants in the food chain. The EFSA Journal 725, 1-66.

Gutiérrez, C. Y. 2008 Inteligencia de Mercados MAG FRUTALES Boletín No. 4 Análisis de comercio del cacao en El Salvador.

Ministerio de Agricultura, Programa para el Desarrollo de la Amazonia, Perú. 2004. "Manual del cultivo del cacao".

Sánchez Campuzano, V. A. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Tesis. Quevedo, Ecuador.

Anexo 1. Resultados de los Análisis (Base de Humedad).

CÓDIGO Y GEOREFERENCIA DEL ÁRBOL	No. del LAB	% P/P HUMEDAD	% P/P PROTEÍNA	% P/P GRASA	% P/P CENIZA	% P/P CARBOHIDRATOS	% P/P FIBRA CRUDA	% P/P CALCIO	% P/P FÓSFORO	pH
135	215S	6.02	13.90	51.79	2.72	25.57	6.79	0.08	0.51	4.52
FFR003 / N 13°41.227' W 89°26.151'	216S	7.19	13.57	48.08	2.5	28.66	6.94	0.08	0.39	4.66
CEDA1	217s	4.8	14.62	50.93	3.73	25.92	6.95	0.08	0.56	5.49
RA002 / N 13°45.718' W 089°40.607'	218S	6.3	14	48.83	2.55	28.32	7.31	0.09	0.39	5.2
SAF003	219S	7.09	11.69	36.35	3.65	41.22	8.79	0.1	0.38	
SAF001 / N 13°47'37" W 088°15'57"	220S	6.12	11.68	39.54	3.81	41.27	12.63	0.12	0.32	
LA002 / N 13°46.731' W 088°16.363'	221S	5.32	10.99	47.75	3.07	35.41	10.28	0.13	0.32	
MJA001 / N 13° 37' 372" W 89°01' 183"	222S	5.93	13.9	45.32	2.97	31.88	11.88	0.12	0.52	
AA001	223S	6.84	13.29	38.9	3.75	37.22	8.35	0.13	0.45	
JL001 / N 13°46.222' W 89°39.499'	224S	6.22	15.54	43.52	3.31	31.41	7.84	0.12	0.42	
AC001	78S	5.45	14.05	47.42	3.38	29.7	6.38	0.08	0.47	
JSCM001	79S	5.56	15.75	49.59	3.63	25.45	4.47	0.11	0.48	
JSCM002	80S	5.17	13.97	47.11	3.48	30.27	8.15	0.10	0.51	
MAZ001	81S	5.95	14.22	48.57	3.47	27.79	6.78	0.13	0.51	

BANCO DE GERMOPLASMA

IDENTIFICACIÓN Y COLECTA DE GERMOPLASMA DE *THEOBROMA CACAO* EN EL SALVADOR

Morales A.J¹, Beltran A.²

RESUMEN

El cultivo de cacao en El Salvador, es de importancia, económica, social y ambiental, es un producto de exportación y materia prima para la industria local, sin embargo la expansión del cultivo se ve limitada por la falta de un programa de mejoramiento que ponga a disposición de los productores un clon o híbrido comercial de alto rendimiento y calidad para poder competir en el extranjero. El objetivo de este trabajo fue establecer la base genética del cultivo con la implementación de dos bancos de germoplasma. Dio inicio con la búsqueda de materiales locales con características deseables asociadas a la calidad del producto (fino de aroma). Se realizaron expediciones de colecta a nivel nacional, desde el 24 de abril de 2016 con el apoyo financiero de USDA, el apoyo técnico de INIFAP y el apoyo de los técnicos extensionistas de CENITA, lo que facilitó organizar las expediciones, logrando identificar hasta la fecha 40 materiales de semilla blanca y marmoleada en diferentes localidades desde los 6 a los 990 msnm. Se colectaron varetas de todos ellos y se establecieron dos bancos de germoplasma en dos estaciones experimentales de CENITA. Los árboles seleccionados presentaron características morfológicas de criollos, frutos puntiagudos, corrugados, de semillas blancas, pero se encontró diferencias en colores y forma de frutos; así como en la forma de las semillas lo que sugiere que se cuenta con diversidad en las accesiones colectadas. Se recomienda realizar la caracterización morfológica, molecular y sensorial para determinar los tipos de cacao que se encuentran, en los bancos de germoplasma establecidos.

Palabras claves: expansión, mejoramiento, híbrido,

¹ Banco de Germoplasma, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Enrique Álvarez Córdova, El Salvador.

Tel (503) 2497-7206, aura.morales@centa.gob.sv

² Programa Frutales y Cacao, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Enrique Álvarez Córdova. El

Salvador. Tel (503) 2397-2270, adamid_beltran@yahoo.com

INTRODUCCIÓN.

El cultivo de cacao en El Salvador, es de importancia, económica, social y ambiental, es un producto de exportación y materia prima para la industria local, sin embargo la expansión del cultivo se ve limitada por la falta de un programa de mejoramiento que ponga a disposición de los productores un clon o híbrido comercial de alto rendimiento y calidad para poder competir en el extranjero por calidad del material genético, para poder dar respuesta a la carencia de conocimientos de los materiales genéticos nacionales se formuló el programa estratégico de investigación en cacao del CENTA 2015-2019, con el apoyo técnico de INIFAP, y el proyecto “Desarrollo Tecnológico y Fortalecimiento de la Base Productiva y Agroindustrial para la Cacaocultura con Enfoque Agroecológico en El Salvador”, con el apoyo financiero de USDA. Este trabajo se enmarca en la línea de investigación de mejoramiento genético donde la principal actividad fue la identificación, documentación, registrando los datos de pasaporte (ubicación, altura sobre el nivel del mar, colector, entre otros) y colecta de varetas para el establecimiento de dos Bancos de germoplasma.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Según Avendaño (Avendaño, ACH. 2014), los materiales criollos se caracterizan por presentar las siguientes características: fruto de forma alargado, con la superficie suave y rugosa, color de los cotiledones blancos, constricción basal ausente y pigmentación antocianica del estaminodio débil. Esto fue el punto de partida para iniciar la etapa de identificación y colecta de cacao criollo de semilla blanca. Se planificó y coordinó con los técnicos extensionistas de CENTA y productores amigos. Las giras de coleta dieron inicio a partir del 24 de abril de 2016, y fueron los técnicos extensionistas quienes identificaron a los productores que tenían arboles de cacao en las áreas de influencia de cada uno de ellos; posteriormente nos acompañaron a las visitas de campo donde se hacia el recorrido dentro de las fincas de los productores, observando árbol por árbol para ver si cumplía con las características previamente definidas. Se tomaron fotografías de cada uno de los materiales incluyendo brotes tiernos, hojas maduras, flores, frutos, y semillas, si se encontraban. Es necesario mencionar que en la mayoría de los casos, la cantidad de árboles dentro de las fincas era pequeña, sin ningún manejo, lo que no les resta importancia pues la mayoría fueron árboles que contaban con más de 40 años, en dos casos se encontraron árboles con más de 100 años. Todos los árboles seleccionados (40) fueron identificados, georreferenciados y documentados con la boleta de pasaporte, la colecta de los materiales estuvo sujeta a la instalación del sistema de riego que para el caso de la Estación Experimental San Andrés I, se estableció hasta el mes de noviembre de 2016, lo que atrasó la colecta de las varetas para realizar los injertos en campo, y establecer los dos bancos de germoplasma. En la mayoría de casos los árboles identificados en campo no tenían varetas de buena calidad por la falta de manejo; además de la oxidación que presentan los materiales criollos, lo que influyó en el pegue de las mismas llegando hasta el 0% en algunos casos. Se tuvo que injertar hasta en tres ocasiones, el número de árboles injertados por acesión fue de ocho a diez, en algunas fincas se seleccionaron dos o más materiales con base a su características morfológicas. En total se colectaron los 40 materiales identificados previamente, comprendidos en un rango altitudinal desde 6 hasta 990 msnm.

Se establecieron dos Bancos de germoplasma, uno en la Estación Experimental San Andrés I, en Ciudad Arce, La Libertad, y otro en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, en Tecoluca, San Vicente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los hechos y observaciones en campo demuestran que El Salvador cuenta con materiales de características propias de cacao criollo, habiéndose encontrado materiales seleccionados en un rango altitudinal desde los 6 hasta los 990 msnm, en 9 departamentos. Se encontraron árboles ancestrales de semilla blanca con buena producción, lo que es alentador para El Salvador, pues no se tenía el conocimiento de la riqueza genética existente. La meta de este trabajo era encontrar al menos 25 materiales criollos, pero se logró identificar y coleccionar 40. La mayoría de los productores visitados conservan estos materiales sin darles ningún manejo, con sombra de musáceas, coco y frutales; no conocían el valor de su cacao, gracias a las visitas para las colectas, se ha podido dar recomendaciones sobre el manejo que deben dar a sus árboles de semilla blanca, lo que ha estimulado el interés de los mismos pues ya tienen solicitudes de compra de varetas y mazorcas, lo que podría garantizar la conservación *in situ*. A la vez surge la necesidad de hacer la conservación *ex situ*, pues los árboles encontrados en las fincas visitadas son pocos y en algunos casos solo existe un árbol, se debe hacer la evaluación de rendimiento, calidad, y tolerancia a condiciones bióticas y abióticas de todos los materiales coleccionados. El Salvador es un país con una amplia diversidad genética del cultivo de cacao, respaldado por las 40 materiales identificadas en el 75% del territorio (9 departamentos).

La base genética encontrada con los 40 materiales coleccionados servirá para dar inicio al programa de mejoramiento del cultivo de cacao.

Para determinar la diversidad genética de los materiales coleccionados será necesario realizar la caracterización morfológica y molecular.

CONCLUSIONES

Los materiales seleccionados presentaron similitudes en lo que respecta a la forma del fruto, color de la semilla, suavidad y rugosidad de la cáscara, no así en el color de mazorcas, forma y tamaño del grano.

RECOMENDACIÓN

En el Salvador existen aún materiales de cacao por descubrir, pues no se pudo hacer giras a lugares con alto índice delincuenciales, por lo que se deberá buscar alianzas con los gobiernos municipales para poder ingresar a las áreas sin explorar y seguir en la búsqueda de cacao criollo.

LITERATURA CONSULTADA

Arguello, O; Mejía, A; Contreras, N. 1999. Manual de caracterización morfoagronómica de clones élite de cacao *Theobroma cacao* L., en el nororiente colombiano. Bucaramanga: CORPOICA

Avendaño, ACH; Cueto-Moreno J; Mendoza-López A; López-Andrade, PA; Sandoval Esquivel A; Aguirre-Medina JF. 2014. Manual gráfico de Descriptores Varietales de cacao (*Theobroma cacao* L.). México, 5 ed. 72 p. SAGARPA. INIFAP

León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. 3 ed. Costa Rica, San José, IICA. 678 p.

Mejía, L; Arguello, C. 2000. Tecnología para el Mejoramiento de Sistemas de Producción de Cacao. Bucaramanga, Colombia. Publicación CORPOICA – Ministerio de Agricultura. 144 p.

ANEXO. Lista de materiales encontrados y colectados

Lista de materiales identificados y colectados (por número y fecha de colecta). 2016-2017

No. de colecta	Productor	Departamento	Altitud msnm	Latitud N	Longitud W	Fecha de identificación	Fecha de colecta
C-0001	Jaime Arévalo	Sonsonate	379	13°44.045"	089°40.834"	24/4/2016	9/11/2016
C-0002	Roberto Lazo	Usulután	6	13°15'08.5"	088°25'32.0"	10/6/2016	10/11/2016
C-0003	Roberto Lazo	Usulután	7	13°15'06.4"	088°25'32.5"	10/6/2016	10/11/2016
C-0004	Francisco Flores Recinos	La Libertad	990	13°41'16.0"	089°26'10.9"	29/4/2016	14/11/2016
C-0005	Francisco Flores Recinos	La Libertad	736	13°41'22.7"	089°26'15.1"	25/5/2016	14/11/2016
C-0006	Francisco Flores Recinos	La Libertad	725	13°41'19.09"	089°26'20.71"	23/6/2016	14/11/2016
C-0007	Lisandro Argueta	San Miguel	842	13°46'44.0"	088°16'22.0"	7/7/2016	15/11/2016
C-0008	Lisandro Argueta	San Miguel	832	13°46'42.9"	088°16'22.7"	7/7/2016	15/11/2016
C-0009	Dionicio Acevedo	La Paz	725	13°39'19.2"	88°58'37.5"	9/6/2016	16/11/2016
C-0010	Gabriel de la Cruz Jacinto	Cuscatlán	682	13.70416667	88.95191667	21/9/2016	16/11/2016
C-0011	Stefany Samayoa	Usulután	709	13°27'23.6"	88°29'40.2"	2/6/2016	17/11/2016
C-0012	Stefany Samayoa	Usulután	715	13°27'26.7"	88°29'41.4"	2/6/2016	17/11/2016
C-0013	Gustavo Denis	Usulután	898	13°26'37.0"	088°26'19.6"	17/11/2016	17/11/2016
C-0014	Elsa Paredes	La Libertad	668	13°37.686"	089°31.842"	18/11/2016	18/11/2016
C-0015	Rosalio Amas	Sonsonate	497	13°45'44.6 "	89°40'37.86"	5/7/2016	22/11/2016
C-0016	Rosalio Amas	Sonsonate	524	13°45.718 "	89°40.607"	5/7/2016	22/11/2016

C-0017	Simeón Argueta Fuentes	San Miguel	922	13°47'38.6"	088°15'57.2"	22/11/2016	22/11/2016
C-0018	Simeón Argueta Fuentes	San Miguel	922	13°47'39.6"	088°15'57.1"	22/11/2016	22/11/2016
C-0019	Gregorio Orellana	Morazán	871	13°55'57.9"	088°15'10.01"	22/11/2016	22/11/2016
C-0020	Gregorio Orellana	Morazán	872	13°55'57.8"	088°10'01.5"	22/11/2016	22/11/2016
C-0021	Gregorio Orellana	Morazán	871	13°55'57.9"	088°10'02.0"	22/11/2016	22/11/2016
C-0022	José Luis Cortez Marín	Sonsonate	539	13°46.259"	89°39.479"	12/5/2016	24/11/2016
C-0023	José Luis Cortez Marín	Sonsonate	562	13°46.222"	89°39.499"	12/5/2016	24/11/2016
C-0024	Juan Santo Cáceres	Usulután	447	13°25.746"	88°30.391"	28/6/2016	2/12/2017
C-0025	Juan Santo Cáceres	Usulután	449	13°25'44.7"	88°30'23.6"	28/6/2016	2/12/2017
C-0026	Arnoldo Cáceres	Usulután	561	13°25'45.8"	88°30'23.1"	25/10/2016	2/12/2017
C-0027	Miguel Ángel Zepeda	Usulután	415	13°25'18.7"	88°30'29.7"	25/10/2016	2/12/2017
C-0028	Vitelio Alas	Chalatenango	443	14°09'39.2"	89°40'48.9"	2/12/2016	2/12/2016
C-0029	Vitelio Alas	Chalatenango	444	14°09'30.2"	89°00'20.4"	2/12/2016	2/12/2016
C-0030	Susana Ortiz	La Paz	731	13°36'37.7"	89°00'32.9"	15/12/2016	15/12/2016
C-0031	Rene González Giménez	Santa Ana	626	13°57.471"	89°30.588"	16/12/17	16/12/16
C-0032	Manuel de Jesús Aquino	La Paz	754	13°57.471"	89°01.85"	22/12/16	22/12/16
C-0033	Francisco Lozano Escamilla	Cuscatlán	505	13°55'28.0"	89°03'39.1"	14/2/2017	14/2/2017
C-0034	Adrián Asunción	Cuscatlán	825	13°39'28.95"	88°58'31.77"	9/3/2017	9/3/2017
C-0035	Jaime Arévalo	Sonsonate	389	13°44'01.8"	89°40'48.9"	24/5/2016	22/03/17
C-0036	Jaime Arévalo	Sonsonate	389	13°44'01.8"	89°40'48.9"	24/5/2016	22/03/17
C-0037	Jaime Arévalo	Sonsonate	389	13°44'03.0"	89°40'48.6"	24/5/2016	22/03/17
C-0038	Ricardo George	La Libertad	480	13°49'17.65"	89°16'59.06"	29/5/2017	29/5/2017
C-0039	Josefa Pacas	Usulután	443	13°25'11.7"	88°32'49.9"	22/7/2016	05/06/17
C-0040	Jacinto López	La Libertad	648	13°57.471"	89°30.588"	23/08/17	23/08/17

CONSIDERACIONES FINALES

Se presentan en este documento los resultados finales de 38 ensayos de investigación orientados a solucionar problemas y limitantes en diferentes áreas temáticas, con el objetivo de mejorar la producción y productividad agropecuaria del país.

Estos trabajos de investigación permitieron construir alternativas de solución a los problemas de protección vegetal, mejoramiento genético, manejo agronómico, conservación de germoplasma, caracterización molecular, nutrición animal. Así como verificar la aceptación de tecnologías generadas anteriormente.

Con la realización de ensayos de validación ejecutados por los Programas de Granos Básicos, Hortalizas, Recursos Naturales, Producción Animal y Agroindustria; se logró generar siete tecnologías, las cuales se liberaron para que los productores dispongan de alternativas que les permitan mejorar su productividad, y por consiguiente su calidad de vida; Así como realizar sus acciones de producción bajo perspectiva de ser amigable con el medio ambiente.

Las diferentes áreas temáticas son parte fundamental del desarrollo agroempresarial, conservación de suelos y otros aspectos que constituyen parte de la estrategia institucional para garantizar que la innovación tecnológica mejore la rentabilidad de los cultivos, garantice la seguridad alimentaria, la promoción de las exportaciones y reducción de las importaciones.

