



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



Año II
No 9





Maestro Roger Armando Arias Alvarado
Rector

Dr. Manuel de Jesús Joya Ábrego
Vicerrector Académico

Ing. Agr. Nelson Bernabé Granados Alvarado
Vicerrector Administrativo

Maestro Cristóbal Hernán Ríos Benitez
Secretario General

Licda. Josefina Sibrián
Presidenta Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas
**Secretario de Investigación Científica de la Universidad
de El Salvador (SIC-UES)**
**Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones
Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES)**



Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla
Decano Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Francisco Lara Ascencio
Vicedecano Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero
Secretario Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillén
**Jefe de la Unidad de Investigación Facultad de Ciencias
Agronómicas**

Br. Geovany Castillo Salaverría
**Presidente de la Asociación de Estudiantes de la
Facultad de Ciencias Agronómicas (ASECAS)**

Br. Luis Urbina Castillo
**Secretario de la Asociación de Estudiantes de la
Facultad de Ciencias Agronómicas (ASECAS)**



Revista Agrociencia, una publicación de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.

Diciembre 2018 - Enero 2019

Comité Editorial

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios,
Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Inga. Agr. M.Sc. Blanca Lorena Bonilla de Torres.
Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

MVZ. María José Vargas Artiga.
Departamento de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Inga. Agr. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz,
Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Ph.D. Lara-Uc Ma. Mónica.
Alumno Posdoctorante Posgrado de Ciencias Marinas y Costeras
de Universidad Autónoma de Baja California Sur Universidad
Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur,
México.

Ing. Agr. Sabas Alberto Argueta Palacios.
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Facultad
de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Ph.D. Víctor D. Carmona Galindo.
Director of Sustainability and Associate Professor Biology
Department. University of Detroit Mercy, Detroit Michigan,
United States.

Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes.
Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Geografo Aisur Ignacio Agudo Padrón.
Gerente Investigador del Projeto Brasileiro Autônomo “Avulsos
Malacológicos - AM, Brasil.

MVZ Rudy Anthony Ramos Sosa.
Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. Miguel Ángel Hernández Martínez.
Escuela de Posgrado y Educación Continua, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillén.
Jefe Unidad de Investigación, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas.
Secretario de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
y Director ejecutivo (CIC-UES) Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. Rafael Antonio Espino Barahona.
Departamento Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Carlos Estrada
Director- Editor de la revista Agrociencia, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Contenido

Control biológico del añublo sureño (*Sclerotium rolfsii* L.) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con *Trichoderma harzianum* R. y tres biopreparados como enmienda al suelo y tratamiento a la semilla, **Pág. 5**

Rescate y conservación de germoplasma de frutales nativos con potencial alimenticio y económico en El Salvador, **Pág. 12**

Diagnóstico de mastitis subclínica y calidad microbiológica de la leche de cabra comercializada en el Centro Histórico de San Salvador, **Pág. 29**

Evaluación bromatológica y sensorial de la bebida tipo lácteo elaborada en la planta NUTRAVIDA en Mejicanos, El Salvador, a partir de tres variedades de soya (*Glycine max* L), **Pág. 41**



Eacles imperialis

Santo Domingo, San Vicente, El Salvador.
Fotografía: Abel Alexei Argueta Platero.

No 9

Año II

Diciembre 2018- Enero 2019

ISSN 2522-6509

<https://revistaagrociencia.wordpress.com/>

Director- Editor: Carlos Estrada

Correctora de estilo: Yesica Guardado

Control biológico del añublo sureño (*Sclerotium rolfsii* L.) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con *Trichoderma harzianum* R. y tres biopreparados como enmienda al suelo y tratamiento a la semilla

Guardado-Torres, Y.M
Estudiante tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
E-mail: marguardadot@gmail.com

Ramírez-Segovia, D.A
Estudiante tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
E-mail: diana.alexandra00@gmail.com

Rivas-Flores, A.W
Docente director, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
E-mail: awrivas@yahoo.com

Resumen

La investigación se realizó en el laboratorio e invernadero del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, de septiembre 2016 a mayo 2017, se evaluó la efectividad de control de tres biopreparados (lombriabono, bocashi y microorganismos de montaña), un antagonista *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold®), un testigo relativo Hidróxido de Cobre (Kocide WG ®) y un testigo absoluto en dos métodos de aplicación (Enmienda al suelo, Peletizado en semilla), sobre el fitopatógeno *Sclerotium rolfsii* L. causante de la enfermedad del añublo sureño del frijol. Se realizó un ensayo con 11 tratamientos y 5 repeticiones, más un duplicado, el cultivo se llevó desde la siembra hasta el primer mes en invernadero, inoculando el fitopatógeno en sustrato estéril, tomándose datos de emergencia e infección en semilla a los cinco días después de siembra, y luego cada tres días para medir el nivel de infección en planta.

Los métodos de aplicación tuvieron influencia en el control de infección en semilla de frijol por *S. rolfsii* L. ($X_1=93.96\%$ $p=2.2 \times 10^{-16}$). El menor porcentaje de probabilidad fue enmienda al suelo (2.5%, EE=0.60), sugiriendo que éste método permite disminuir los efectos de infección.

La evaluación en aplicación de productos mostró diferencias para infección en semilla ($X_4=62.52$, $p<8.55 \times 10^{-13}$), siendo *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS®) aplicado peletizado el que presentó menor porcentaje de infección (4.5% EE=3.2%). Existieron fuertes efectos de interacción entre productos y formas de aplicación, para emergencia ($X_4=48.921$ $p=6.066 \times 10^{10}$), infección en semilla ($X_4=32.894$ $p=1.256 \times 10^6$) e infección en planta de frijol ($X_4=15.6784$ $p=0.003483$).

Palabras clave: *Sclerotium rolfsii* L. *Phaseolus vulgaris*, *Trichoderma harzianum*, biopreparados, enmiendas al suelo.

Abstract

The research was conducted in the laboratory and greenhouse of the Department of Plant Protection of the Faculty of Agricultural Sciences, University of El Salvador, from September 2016 to May 2017, the effectiveness of control of three biopreparados was evaluated (lombriabono, bocashi and mountain microorganisms), an antagonist *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold®), a relative control Copper Hydroxide (Kocide WG ®) and an absolute control in two application methods (soil amendment, seed pelletizing), on the phytopathogen *Sclerotium rolfsii* L. causative of southern blight disease in beans. A trial was carried out with 11 treatments and 5 repetitions, plus a duplicate, the culture was carried from planting to the first month in the greenhouse, inoculating the phytopathogen in sterile substrate, taking emergency data and infection in seed five days after sowing, and then every three days to measure the level of infection in plant.

The methods of application had an influence on the control of beans seed infection by *S. rolfsii* L. ($X_1 = 93.96\%$ $p = 2.2 \times 10^{-16}$). The lowest percentage of probability was soil amendment (2.5%, EE = 0.60), suggesting that this method reduces the effects of infection.

The evaluation in application of products showed differences for infection in seed ($X_4 = 62.52$, $p < 8.55 \times 10^{-13}$), being *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS®) applied pelleted the one that presented lower percentage of infection (4.5% EE = 3.2%). There were strong effects of interaction between products and forms of application, for emergence ($X_4 = 48.921$ $p = 6.066 \times 10^{10}$), infection in seed ($X_4 = 32.894$ $p = 1.256 \times 10^6$) and bean plant infection ($X_4 = 15.6784$ $p = 0.003483$).

Key words: *Sclerotium rolfsii* L. *Phaseolus vulgaris*, *Trichoderma harzianum*, bioprepared, amendments to the soil.

Introducción

El frijol es una leguminosa de gran importancia en el consumo humano a nivel mundial, principalmente en los países en desarrollo, debido a su alto contenido en proteínas y nutrientes, sin embargo, la producción está sujeta a numerosas limitaciones que varían de región a región. Los principales factores responsables de los rendimientos bajos son la alta presión de enfermedades e insectos (CIAT 1994).

La Enfermedad de añublo sureño del Frijol, ocasionada por el hongo *Sclerotium rolfsii* L. puede llegar a representar el 25% de las pérdidas del cultivo durante épocas secas y calientes. El patógeno puede atacar a gran diversidad de plantas durante todo su ciclo de vida y sobrevivir en residuos de siembras anteriores de frijol u otras plantas y en el suelo por lo menos un año, esto debido a sus estructuras de reproducción, llamadas esclerocios, cuyo control se dificulta por la naturaleza del hongo (Red SICTA y IICA, 2008). De acuerdo a investigaciones, el hongo *Trichoderma harzianum* ha sido registrado como un controlador efectivo de *S. rolfsii* L. debido a mecanismos específicos como competencia directa por espacio o nutrientes, producción de metabolitos antibióticos y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre el hongo fitopatógeno (Cook y Baker 1989 citados por Lisboa Minguzzi 2003).

Además, se conoce que los microorganismos del suelo juegan un papel fundamental en el control de patógenos, por lo que la salud de este es de gran importancia para reducir pérdidas y obtener buenos rendimientos. En la región del Perú, en los últimos años se han estudiado y promovido tecnologías alternativas para el control del añublo sureño del frijol, entre estas destacan el uso de biopreparados como el bocashi, lombriabono y microorganismos de montaña (IPES *et al.* 2010).

La forma de aplicación de los tratamientos ha demostrado ser de importancia para inhibir el desarrollo de fitopatógenos y regular sus poblaciones, entre éstas se tiene la peletización o recubrimiento de semilla, con la cual se protege a la semilla de factores externos que impiden su germinación y, las enmiendas al suelo, las cuales incrementan la biomasa del suelo con sustancias orgánicas que conducen a la supresión de patógenos y la regulación microbiana del suelo (Universidad de Andalucía, s.f.).

En El Salvador, no se han reportado datos porcentuales de infección de la enfermedad por el patógeno *Sclerotium rolfsii* L. pese a estar presente en suelos agrícolas, lo cual demuestra la importancia de su estudio y

evaluación de diferentes formas de control. En el estudio se evaluaron tres biopreparados, bocashi, lombriabono y microorganismos de montaña; el producto comercial *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS®), un testigo relativo Hidróxido de Cobre (Kocide WG®) y un testigo absoluto, en dos formas de aplicación, como peletizado en semilla y enmienda al suelo, con la finalidad de determinar su efectividad en el control del hongo *S. rolfsii* L. en condiciones de invernadero, así como la relación de costo-efectividad de los tratamientos.

Materiales y métodos

Ubicación, Duración, Unidades Experimentales

La investigación se desarrolló durante los meses de septiembre de 2016 a mayo de 2017 en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico e Invernadero del Departamento de Protección Vegetal en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Metodología de Laboratorio

Se recolectó suelo a partir de la metodología de muestreo de suelos para análisis microbiológico desarrollada por Castellanos *et al.* s.f. en tres lotes de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, basado en el historial de incidencia de la enfermedad en el cultivo de frijol, según información obtenida por parte de los trabajadores de la EEP.

Reproducción del patógeno

Se extrajeron esclerocios de *Sclerotium rolfsii* L. a partir de planta de frijol que presentaba síntomas y signos específicos de la enfermedad, se inocularon en nueve recipientes de polietileno de 32 onz, se sembraron seis semillas de frijol CENTA Costeño 2 en cada uno y se colocaron en el invernadero del Departamento de Protección Vegetal, con una temperatura de 30 °C hasta la formación y desarrollo de nuevos esclerocios.

Aislamiento del Patógeno

Para aislar el patógeno se siguió la metodología de Manejo del hongo *Sclerotium rolfsii* L. en Laboratorio, propuesta por Castellanos, *et al.* (s.f.).

Metodología de Campo

Se preparó el sustrato siguiendo la metodología recomendada por Rivas 2016, se mezcló suelo y arena en proporciones 2:1 esterilizándolo con una dilución de ½ galón de lejía disuelto en ocho galones de agua por cada 45.45

kg de sustrato, se mezcló cada tres días durante dos semanas. Se tenía un total de 55 cajas de siembra para realizar posteriormente el ensayo.

Paralelamente a la desinfección del sustrato, se preparó el inóculo para adicionarse a las cajas de siembra. Para esto se siguió la metodología propuesta por Castellanos *et al.* s.f.

Metodología estadística

El ensayo en invernadero se distribuyó utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial, con 11 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento; además se realizaron dos réplicas.

La unidad experimental fue constituida por una caja de madera, en cada una se sembraron veinte semillas de frijol CENTA Costeño 2, que se consideraron como unidades de muestreo.

Tratamientos

Método de aplicación: Peletizado a la Semilla de frijol

El peletizado a la semilla consistió en el recubrimiento del producto en las semillas de frijol y posteriormente se “empanizaron” con harina de almidón para evitar que la solución se desprendiera, para el caso de microorganismos de montaña (MM), las semillas se sumergieron en una solución líquida y luego se recubrieron con almidón al igual que los demás tratamientos (Cuadro 1).

Método de aplicación: Enmienda al Suelo

Los productos se aplicaron directamente al suelo en forma sólida para Bocashi y lombriano y en forma líquida para microorganismos de montaña (MM) y *Trichoderma harzianum* R (Cuadro 2).

Análisis de Variables

Determinación de Emergencia de la Semilla de frijol

Porcentaje de emergencia de la semilla a los tres y cinco días después de la siembra.

Infección en Semilla de frijol

Porcentaje de semillas que no emergieron y que fueron infectadas por el patógeno.

Infección en Planta de frijol

Porcentaje de plantas infectadas de cada tratamiento a través de la identificación de signos de la enfermedad. La toma de datos fue cada tres

Cuadro 1. Dosis y código de tratamientos para peletizado a la semilla de frijol.

Tratamiento	Dosis	
	Tratamiento de semilla	Código
Microorganismos de montaña (MM)	1/4 litro por 2 libras de semilla	TS-MM
Lombriabono	2 lb/1 lb de semilla de frijol	TS-LA
Bocashi	2 lb/1 lb de semilla de frijol	TS-BO
<i>Trichoderma harzianum</i> R. producto Excalibur Gold FS®	30 gr de producto/ 100 lb de semilla	TS-TH
Testigo químico Hidróxido de Cobre (Kocide WG ®)	900 gr/80 lbs de semilla	TS-KO
Testigo absoluto (blanco)	-----	TS-TX

Cuadro Cuadro 2. Dosis y código de tratamientos para enmienda al suelo.

Tratamiento	Dosis	
	Enmienda al suelo (dosis)	Código
Microorganismos de montaña	50 ml por postura	ES-MM
Lombriabono	4 onz por postura	ES-LA
Bocashi	4 onz por postura	ES-BO
<i>Trichoderma harzianum</i> R. producto Excalibur Gold FS®	1 gr de producto/Litro de agua	ES-TH
Testigo químico Hidróxido de Cobre (Kocide WG ®)*	-----	ES-KO
Testigo absoluto (blanco)	-----	ES-TX

*Para enmienda al suelo no se aplicó control químico.

días después de la emergencia hasta la semana cuatro del cultivo por la rapidez de infección de *Sclerotium rolfsii* L.

Análisis de datos

El análisis estadístico se hizo con el programa R studio y los tratamientos que resultaron significativos se analizaron bajo la prueba de Tukey.

Por método de aplicación

Se evaluaron las variables analizando el efecto de los métodos de aplicación.

Por producto biopreparado

Se evaluaron las variables para los cinco productos, para identificar el efecto de éstos en el desarrollo del cultivo y del patógeno.

Interacción método

Se evaluaron las variables para la interacción entre productos y formas de aplicación para evaluar la correlación de éstos y su incidencia en el desarrollo del patógeno.

Metodología económica

Para la Evaluación Económica de la Investigación se utilizó el análisis de Índices de Costo-Efectividad, el cual permitió evaluar la efectividad de cada tratamiento analizado, tanto en fuentes de control como en formas de aplicación.

Resultados y Discusión

Se evaluaron las variables emergencia, infección en semilla de frijol e infección en planta de frijol para determinar el efecto del método de aplicación, efecto de los productos y de la interacción de método por productos, obteniéndose que la interacción del método de aplicación de enmienda al suelo con el producto lombriabono demostró ser más efectivo que todos los demás tratamientos sin embargo obtuvo el mayor índice de costo efectividad, en contraste con *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS), cuyo índice de costo efectividad fue menor siendo el segundo tratamiento más efectivo.

Efecto método de aplicación

El análisis de efecto de métodos de aplicación mostró diferencias significativas en el comportamiento de los métodos enmienda al suelo y tratamiento a la semilla, en el que tratamiento a la semilla mostró menor emergencia de la semilla de frijol (54.52%), por lo que el porcentaje de infección fue mayor tanto en semilla de frijol (12.80%) como en planta de frijol (12.40%). A diferencia del tratamiento de enmienda al suelo, con mayor porcentaje de semilla emergida (72.34%) y el porcentaje de infección en semilla fue menor (2.5%) lo que resultó en menos plantas de frijol infectadas al final del ensayo (5.20%).

Las enmiendas al suelo presentaron menor infección en semilla y planta con respecto a la peletización de la semilla, lo cual refleja que adicionar biopreparados en forma de enmienda al suelo, reduce los efectos patogénicos de *Sclerotium rolfisii* L. La investigación concuerda con Nico, A. L. *et al.* (2005), quienes demostraron que el agregado de enmiendas orgánicas generan una modificación en el comportamiento poblacional del suelo, reflejado en la diferencia en la que actúan los métodos de aplicación sobre la infección por el patógeno *Rhizoctonia solani* en Frijol (Poroto), dando como resultado, una menor infección por parte de las enmiendas.

Efecto de productos

A partir de los resultados del análisis de infección en semilla, se encontró diferencia significativa ($X_5=62.52$, $p<8.55 \times 10^{-13}$) en la efectividad de los productos evaluados, donde *Trichoderma harzianum*, Microorganismos de Montaña, Lombriabono y Bocashi mostraron un mejor control de *Sclerotium rolfisii* L. Sin embargo, no se registró efecto de los productos para la emergencia de semilla de frijol ($X_5=2.44$ $p>0.655$) ni para la infección en etapa de planta de frijol ($X_4=3.12$ $p>0.53$).

Valdés (2010), obtuvo en estudio similar que los tratamientos biológicos (Compost, *Rhizobium* y Micorriza) mostraron las menores afectaciones de *Sclerotium rolfisii* L. en la incidencia de la enfermedad causada por este patógeno en frijol, sugiriendo que la aplicación de productos provee protección a la planta de frijol contra el patógeno.

Efecto de interacción: Forma de aplicación por producto

Se observaron fuertes efectos de interacción entre el método de aplicación y los productos aplicados para emergencia ($X_4=48.921$ $p<6.066 \times 10^{-10}$), Infección a la semilla ($X_4=32.894$ $p<1.256 \times 10^6$) e infección en planta ($X_4=15.6784$, $p<0.003483$). Se observó una fuerte relación entre peletizar la semilla con la infección al inicio y final del cultivo. Las interacciones demuestran tener un gran porcentaje de influencia sobre el comportamiento del patógeno en frijol (Fig. 1). Para este análisis no se tomó en cuenta el tratamiento químico (TS-KO).

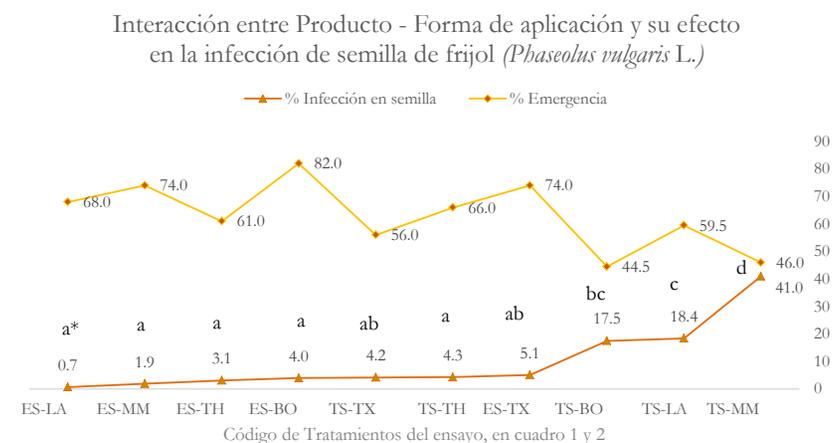


Figura 1. Interacción entre productos y formas de aplicación y su efecto en el Porcentaje de emergencia e infección por *Sclerotium rolfisii* L.

*Medias con letras similares no son estadísticamente diferentes (Comparaciones ajustadas de Tukey).

La interacción entre productos más forma de aplicación pueden intervenir en el control del agente patógeno de manera sinérgica. Se observa que combinar una forma de aplicación más un biopreparado, puede generar doble efecto de control contra el patógeno *Sclerotium rolfii* L. siendo todos los productos aplicados como enmiendas los potenciales métodos de control. Además, podría deberse a que el aumento de la biomasa total que tiene lugar a continuación de la aplicación de enmiendas al suelo, baja la carga infectiva de la misma y reduce el área de contacto del patógeno con la fuente nutricional necesaria para activar los esclerocios del hongo y generar la infección.

Análisis Económico de Costo-Efectividad

Los resultados de la evaluación económica (Cuadro 3) muestran entre los tratamientos más efectivos a Lombriabono (98%), aplicado como enmienda al suelo, sin embargo, éste representa el mayor índice de costo/efectividad (0.85%). Asimismo, se obtuvo un segundo tratamiento efectivo (92%), el peletizado de semilla con *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS®), el cual se presentaría como alternativa efectiva comparada con lombriabono y con menor índice costo/efectividad (0.00047%).

Conclusiones

El método de aplicación de enmienda al suelo fue mejor que aplicación a la semilla, por tanto, favoreció la emergencia y controló la infección de plantas por *Sclerotium rolfii* L.

La aplicación de productos como enmienda mostró diferencia únicamente para la variable infección a la semilla de frijol, demostrando que la evaluación de productos de forma aislada no favorece el control del patógeno.

Las interacciones entre productos y formas de aplicación presentaron diferencias en el control del patógeno, no obstante, la aplicación lombriabono como enmienda, mostró menor probabilidad de infección en semilla de frijol con 0.7% en comparación con todos los tratamientos.

Los tratamientos con productos biológicos, sí tienen influencia en el comportamiento y desarrollo del patógeno, ya que por la actividad microbiana existente pueden inhibir o potenciar el desarrollo de infecciones.

El lombriabono como enmienda al suelo tiene un alto costo (0.85%), por tanto, no es económicamente viable.

Cuadro 3. Evaluación Económica para mil plantas.

Tratamientos a la Semilla	Fórmulas	Dosis para mil plantas	Número de Plantas Sanas	Costo variable (\$)	Índice costo/efectividad
			Porcentaje de Plantas Sanas	Costo de la dosis utilizada para mil plantas	*Costo variable / % de efectividad
Enmienda Testigo		—	91%*	\$0.00	0%
Semilla Testigo		—	88%	\$0.00	0%
Enmienda Lombriabono		250 libras	98%	\$83.33	0.85%
Semilla Lombriabono		4.5 libras	67%	\$1.50	0.022%
Enmienda Bocashi		250 libras	89%	\$66.67	0.749%
Semilla Bocashi		4.5 libras	58%	\$1.07	0.018%
Enmienda MM		50 litros	54%	\$16.67	0.308%
Semilla MM		0.11 litros	64%	\$0.04	0.000625%
Enmienda Excalibur Gold FS®		0.196 g	79%	\$0.06	0.00075%
Semilla Excalibur Gold FS®		0.138 g	92%*	\$0.044	0.00047%
Semilla (Kocide WG®)		5.2 gr	31%	\$0.075	0.0024%

El peletizado de semilla con *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS) se presenta como una alternativa efectiva comparada con lombriabono y con menor índice costo/efectividad (0.00047%).

Recomendaciones

Llevar el ensayo a campo, y evaluar las interacciones que ejercieron mejor control del patógeno *Sclerotium rolfii* L.

Peletizar en semilla con *Trichoderma harzianum* (Excalibur Gold FS), ya que además de controlar la infección, presentó menor índice costo/efectividad (0.00047%).

Evitar que la capa de producto en la peletización en semillas sea demasiado gruesa, ya que se retrasa la emergencia y se expone a la semilla a infección por patógenos.

No aplicar enmiendas líquidas en suelos compactos y con poca aireación, ya que la humedad es un factor desencadenante de infección por patógenos.

Realizar combinaciones de métodos y productos para asegurar de mejor forma el control del patógeno.

Tratar la semilla y monitorear las fases tempranas del cultivo, ya que son etapas susceptibles de infección por el patógeno *Sclerotium rolfsii* L.

Fortalecer las investigaciones para determinar los niveles de afectación de *Sclerotium rolfsii* L. en frijol y otros cultivos, ya que éste no se registra como causante directo de pudriciones de raíz a pesar de estar presente en los suelos agrícolas.

Bibliografía

Castellanos, G., Jara, C., y Mosquera, G. s.f. Guía Práctica 8, *Sclerotium rolfsii*. Enfermedad: Añublo sureño. Manejo Del Hongo En El Laboratorio, 15p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1994. Problemas de Producción del frijol en los Trópicos. (M. Pastor Corrales & H. F. Schwartz, Eds.), Problemas de producción del frijol en los trópicos (2a edición). Cali, Colombia. Retrieved from: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=EARTH.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008437>

IPES, RAUF, y FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Guía ¿Cómo hacerlo? (J. L. Price Masalias, G. Merztha, H. de Zeuw, & M. Dubbeling, Eds.). Lima, Perú: IPES/FAO.

Lisboa Minguzzi, M. A. 2003. EFECTIVIDAD DE *Bacillus subtilis* Y DE UNA CEPA NATIVA DE *Trichoderma harzianum* SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PUDRICIÓN GRIS (*Botrytis cinerea*) EN Vid. Universidad de Talca.

Nico, A. L.; Mónaco, C.I.; Dal Bello, G.; Alippi, H. 2005. Efecto de la adición de enmiendas orgánicas al suelo sobre la capacidad patogénica de *Rhizoctonia solanii*. Micoflora asociada y antagonismo in vitro de los aislados más frecuentes. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias [En Línea], 34, 44. <https://doi.org/1669-2314>.

Red SICTA, y IICA. 2008. Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central. (A. Dr. Ferrufino, Ed.) (Primera ed). Managua, Nicaragua.

Rivas, A. W. 2016. Metodología de Muestreo. San Salvador, SV: Entrevista.

Universidad de Andalucía, s.f. Cubrición de la semilla. Experiencia de aplicación de semillado directo para la restauración forestal. La cubrición de la semilla. Retrieved from: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80381_Experiencias_de_aplicacion_de_semillado_directo_para_la_restauracion_forestal/80381/6_la_cubricion_de_las_semillas.

Valdés, E. A. 2010. Empleo de abonos orgánicos y biofertilizantes en la reducción de las afectaciones por hongos patógenos del suelo, y su repercusión en el rendimiento del frijol común. Universidad Central “Marta Abreu” De Las Villas. Retrieved from file:///G:/tesis Frijol/Bibliografia/Abonos organicos y reduccion de hongos patogenos en frijol.pdf

Rescate y conservación de germoplasma de frutales nativos con potencial alimenticio y económico en El Salvador

Parada Berríos, F.A

Profesor Investigador, Departamento de Fitotecnia ,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, El Salvador, C.A.
Correo electrónico: faparadaberrios@yahoo.com

Quintanilla, J.R

Profesor Investigador, Departamento de Fitotecnia ,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, El Salvador, C.A.

Aparicio, C.M

Profesor Investigador, Departamento de Fitotecnia ,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, El Salvador, C.A.

Resumen

Objetivo: Identificar, rescatar y conservar especies frutícolas nativas y variantes de estas, con alto potencial genético a fin de disponer de una gama de germoplasma que responda a diferentes necesidades comerciales y de investigación.

Metodología: El proyecto se desarrolló en dos etapas: inicialmente colecta de semillas para la producción de portainjertos e injertar el germoplasma colectado; desarrollándose en los viveros de la Facultad de Ciencias Agronómicas y la Estación Experimental y de Prácticas (EEP), en San Luis Talpa, La Paz. Posteriormente se realizaron las recolectas de germoplasma con énfasis en las regiones donde hay mayor prevalencia natural de las diferentes especies, como Mercedes Umaña y Berlín en Usulután; Santa María Ostuma y Chinamequita en la Paz; Santo Tomás y Tonacatepeque, San Salvador; Izalco y Nahuizalco, en Sonsonate; San Lorenzo, La Danta, el Junquillo y Atiquizaya en Ahuachapán; San Matías y San Andrés, La Libertad; El Tinteral, Santa Ana, entre otros. Con respecto al análisis de información que se registró se hizo mediante estadística descriptiva, con máximas medias y mínimas de las variables cuantitativas principalmente y Coeficiente de correlación de Pearson. Asimismo a se hizo análisis bromatológicos a fin de determinar su contenido nutricional.

Resultados: Entre los resultados más relevantes del proyecto: se caracterizó *in situ* la diversidad de aguacates (*Persea americana*) presentes en el Campus y la EEP, encontrando 20 ejemplares con características superiores entre las que destacan el sabor y el tamaño. Además se caracterizó *in situ* germoplasma de otras especies como nance (*Byrsonimia crassifolia*), conservando doce materiales; siete materiales de jocote (*Spondia purpurea*); ocho materiales de anona (*Annona diversifolia*); doce materiales de mamey (*Mammea americana*). En el 2006 en la EEP se designó un área de 3.54 ha en el lote La Manga, La Ceiba y El Amate, destinadas a la siembra de las colecciones, de las cuales, en el primer año, 1.50 ha, se establecieron materiales de zapote (*Pouteria sapota*), níspero (*Manilkara zapota*), arrayán (*Psidium friedrichsthalianum*) y anonáceas silvestres; en el 2007 se realizaron las siembras de las plantas de nance, jocote, mamey y anona injertadas producto de las colectas.

Conclusiones: Se cuenta con germoplasma conservado de los frutales antes mencionados que podrían cumplir por sus características diferentes demandas de mercado para agroindustria artesanal, tecnificada o para consumo como

fruta fresca. Se desarrollaron guías descriptoras anatómicas y morfológicas para las diferentes especies. Se cuenta con colecciones de campo para las diferentes especies con germoplasma prospectivo de frutales nativos y se dispone a los viveristas, productores e interesados en propagar clonalmente una oferta tecnológica de germoplasma con diversos atributos cuantitativos y cualitativos, que en un futuro pueda servir para uniformizar huertos.

Palabras clave: Portainjertos, Germoplasma, Colecciones de campo, Colectas.

Introducción

Dentro de la diversidad de plantas comestibles, los frutales comprenden unas 3000 especies, muchas todavía silvestres y localizadas principalmente en las regiones tropicales. A pesar de la diversidad, la investigación y el desarrollo de la fruticultura en el mundo se han limitado a unas 30 especies, dejando de lado otras con potencial económico. Además, los parientes silvestres de estas especies poseen genes de resistencia a factores adversos, útiles para elevar el rendimiento y la calidad nutricional. Algunos frutales como el marañón se adaptan en ambientes marginales y podrían mejorar ambientes degradados. El establecimiento de colecciones de campo para conformar Bancos de germoplasma y/o jardines clonales, son la base de la fruticultura de un país; debido a que es parte de un primer esfuerzo en establecer programas de mejoramiento genético buscando obtener nuevos cultivares con características superiores en calidad de fruta y rendimiento. Con la conservación se pretende lograr cultivares que ofrezcan su cosecha en épocas más adecuadas a las exigencias del mercado o simplemente que haya disposición de determinadas frutas durante todo el año sin necesidad de incurrir en prácticas de manejo de fructificación que muchas veces requiere de la aplicación de productos químicos inductores de floración o lo que se conoce como “producción forzada”, de los cuales se sospecha generan efectos negativos a la salud a largo plazo. Para estos propósitos, la principal tarea es la búsqueda y el rescate de material genético autóctono (Camacho, *et al.* 2000).

Para atender los requerimientos de los mercados, se debe disponer de un amplio y múltiple espectro de variedades que se deben atesorar en colecciones de de campo en todas las regiones del país. En estas se deben mantener germoplasma disponible ya sea para las variedades de uso comercial como de investigación. En la estación experimental agropecuaria del Instituto

Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Concordia, Argentina, se cuenta con algo más de 950 accesiones, entre naranjas, toronjas, mandarinas, limas, limones, entre otras, que están a disposición de los investigadores y fruticultores para el establecimiento de huertos (Anderson, 1999). La mayoría de colecciones de cítricos que se encuentran en el mundo son selecciones vivas plantadas en campo, en macetas o en invernaderos. Hoy en día se está investigando la posibilidad de mantener el material en laboratorio en cámaras de cría usando técnicas de crioconservación (Ollitrault y Camacho, 2000).

Las colecciones vivas en campo sirven para observar el comportamiento de una variedad dada bajo determinadas condiciones ecológicas. Los resultados de estas evaluaciones adquieren una gran importancia local cuando el material que se evalúa tiene valor comercial, no obstante, se entiende que el material que se estudia y conserva en una colección no todo tiene el mismo interés desde el punto de vista comercial. Existen accesos no comerciales que constituyen lo que se denomina reserva de material para fines de estudio de los técnicos que hacen investigación básica o crean nuevas variedades (Anderson, 1999).

En El Salvador, el CENTA ha sido la entidad encargada de mantener las colecciones de frutales con las especies y las variedades comerciales más importantes en las diferentes Estaciones Experimentales (Parada Berríos y Cruz Pineda, 2002).

Materiales y métodos

Localización

El trabajo realizado en lo que se refiere a la producción de portainjertos se desarrolló en las instalaciones correspondientes al vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas en el Campus de la Universidad de El Salvador, en el departamento de San Salvador, a una altitud de 710 msnm, con una latitud norte de 13° 43.6" y longitud oeste de 89° 12.3" y la Estación Experimental y de Prácticas de La Facultad de Ciencias Agronómicas (EEP), ubicada Cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, Departamento de La Paz a una altitud de 48 msnm con una Latitud Norte de 13° 06' y una Longitud Oeste 89° 06'.

Con respecto a las recolectas realizadas de germoplasma por las diferentes especies conservadas se realizaron en diferentes localidades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las diferentes zonas de estudio.

Especie	Caserío o Finca	Cantón	Municipio	Departamento	Altura (snm)	Coordenadas
Jocote	El Cambio	El Tinteral	Coatepeque	La Libertad	620 metros	LN 13° 49' 48.1" LW 89° 27' 55.1"
	El Junquillo	La Danta	Ahuachapán	Ahuachapán	500 metros	LN 14° 10' 00" LW 89° 09' 00"
	El Cerro	El Jocote	San Matías	La Libertad	550 metros	LN 13° 54' 14" LW 89° 17' 27.3"
		San Andrés	Ciudad Arce	La Libertad	460 metros	LN 13° 44' 03" LW 89° 56' 21"
Mamey	El Mamey Macho	La Ronda y Candelaria	San Francisco Chinameca	La Paz	878 metros	LN 13° 36' 54.7" LW 89° 05' 26.3"
		El Carmen	Santo Tomás	San Salvador	767 metros	LN 13° 37' 59.9" LW 89° 07' 43.0"
		Cúntan,	Izalco	Sonsonate	425 metros	LN 13° 44' 43" LW 89° 39' 37"
Nance		San Antonio	Santa María Ostuma	La Paz	704 metros	LN 13° 37' 17" LW 88° 54' 21.9"
		El Tránsito	Izalco	Sonsonate	488 metros	LN 13° 45' 29.4" LW 89° 39' 38.5"
		La Loma del Muerto	Límite Nahuizalco y Sonzacate	Sonsonate	387 metros	LN 13° 44' 51.9" LW 89° 43' 32.9"
Aguacate		Ciudad Universitaria	San Salvador	San Salvador	710 metros	LN 13° 43.6" LW 89° 12.3"
Anona		Estación Experimental y de Prácticas de	San Luis Talpa	La Paz	48 metros	LN 13° 06' LW 89° 06'
		El Recreo	Mercedes Umaña y Berlín	Usulután		LN 13° 33' 49" 13° 29' 04" LW 88° 29' 31" 88° 29' 50"

Climatología

Las zonas donde se realizaron las recolectas de germoplasma se clasifican en términos generales según como Sábana Tropical Caliente o Tierra Caliente, Bosque Húmedo Tropical las cuales se ubican entre 0-900 msnm; con biotemperaturas mayores a 24 °C. Para las zonas en estudio los vientos predominantes son del Norte y Noreste, con velocidades promedios anuales de 10 km.h-1. Con respecto a las temperaturas máximas que ocurren durante el año no sobrepasan los 35 °C, exceptuando la Estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador donde pueden sobrepasar los 35°C, ocurriendo generalmente entre los meses de abril y mayo. Las mínimas que se registran oscilan entre los 15-17 °C, entre los meses de enero y febrero. Con respecto a la Humedad Relativa las mayores que se registran son de 87% en los meses de mayor lluvia (de junio a septiembre) y las menores de 65% en los meses más secos (de diciembre a abril).

La precipitación que registra el acumulado anual promedio en los lugares de estudio los 1700 mm, con máximos registrados en el mes de septiembre, superiores a 400 mm y mínimos con datos de 0 mm en los meses entre diciembre 2005 y febrero 2007.

Suelos

Con respecto al cultivo de jocote, el germoplasma recolectado se encontró en condiciones de alta pedregosidad y pendientes mayores de 20% en el caso de San Matías, La Libertad y en el caso de el Tinteral, Santa Ana, suelos altos en cenizas volcánicas; en términos generales suelos poco profundos. El caso del cultivo de nance en Nahuizalco y anona en Mercedes Umaña, se encontraron en condiciones similares al jocote. En cuanto al cultivo de mamey la mayor parte de los árboles, se encontraron en lugares con abundante materia orgánica, arriba del 3% originados de cenizas volcánicas principalmente, por lo que la profundidad efectiva de estos es mayor de un metro y con poca o nada pedregosidad, en la mayoría de casos la vegetación arbórea fue muy abundante. En cuanto a topografía la mayor parte de los terrenos donde se encontraron los árboles eran ondulados con pendientes superiores a 10%. En la Estación Experimental y de Prácticas lugar donde se establecieron las colecciones de campo, los suelos se clasifican como Regosoles y Aluviales, con topografía plana en el lote “La Manga” y ligeramente inclinada en los lotes “La Ceiba” y “El Amate”.

Material experimental

En total se caracterizaron *in situ* 12 árboles de mamey, 12 de nance, 25 de anona, 20 de aguacate y 7 variedades (clones) de jocote caracterizándose, tomando como base características morfoagronómicas como el rendimiento, análisis bromatológicos entre otras.

Evaluación del Material

Para las evaluaciones respectivas fue necesario, readecuar el descriptor para frutas tropicales del IPGRI (2001), agregando atributos que describen caracteres específicos de las diferentes especies que no son mencionados en dicho descriptor. Asimismo, se hizo una codificación de los materiales para identificarlos, asignando a cada árbol evaluado un código tomando las iniciales de la zona de estudio, seguido del año en que se tomó la muestra y el número correlativo de la accesión, iniciales del donante (productor) y el número correlativo del árbol proporcionado por un mismo donante. Cada material fue georeferenciado utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca GARMIN, modelo LEGEND CX.

En cuanto a la información de campo tomados *in situ* fueron los datos de pasaporte y otros que caracterizan a cada árbol como: edad, altura, diámetro a 1.30 m y las respectivas fechas de fructificación.

Variables en estudio

Se registraron dos tipos de variables cuantitativas y cualitativas. Dentro de las variables cuantitativas se registraron: Área foliar (mamey), peso del fruto, peso de la pulpa, peso de la cáscara, grosor de la cáscara, peso de semilla, rendimiento. Entre las variables cualitativas: pH, grados brix, proteínas, carbohidratos, grasas, fibra cruda, calcio, fósforo, hierro, épocas de floración y fructificación, tipos de flores y una breve descripción de las plagas y enfermedades.

Descripción de las selecciones

Al final del estudio se describe cada uno de los materiales con la información relativa a caracteres tanto cualitativos como cuantitativos: longitud y ancho de lámina foliar (cm), forma de fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto (cm); adherencia de cáscara y semilla a la pulpa, color de cáscara, color, sabor, aroma, textura y jugosidad de la pulpa principalmente.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados de las caracterizaciones morfoagronómicas, con énfasis en los frutos recolectados y caracterizados *in situ* realizadas en las especies frutales nativos en las diferentes zonas de estudios donde se desarrolló la investigación.

Cultivo de Jocote (*Spondia purpurea*)

El jocote es una especie originaria de Mesoamérica que pertenece a la familia de las anacardiáceas, considerado un fruto de gran demanda para su consumo como fruta fresca y procesada. Las variedades conocidas presentan la particularidad de desfoliarse completamente en la época seca, entre otras características que la hacen tolerante a condiciones adversas (Parada Berríos, 2007). En El Salvador, áreas de siembras comerciales se encuentran en las zonas aledañas al río Paz, en los municipios de Ahuachapán y San Lorenzo del departamento de Ahuachapán; se estima una superficie de 420 hectáreas, cultivadas por 850 productores. En esta zona productora la variedad predominante es el jocote Barón rojo, el cual en su estado de madurez es de color rojo, dulce y ligeramente ácido.

Otra de las zonas productoras identificadas en el occidente del país son: el cantón El Tinteral, Coatepeque Santa Ana; Cantón el Jocote, San Matías, La Libertad, entre otras (Parada Berríos, 2007), siendo estos los lugares escogidos para desarrollar las caracterizaciones y las recolectas de germoplasma.

Caracterización de frutos

El jocote es un fruto simple, clasificado botánicamente como drupa, con mesocarpo carnoso y endocarpo endurecido, el cual contiene de una a tres semillas (León, 1987 y Lagos, 1983). En las respectivas evaluaciones se encontró variación en caracteres cualitativos como la forma siendo esta de tres tipos: a) alargada, característica del jocote Pitarrillo amarillo, Tronador, Iguana y pitarrillo rojo; b) oblonga, el jocote Guaturca y c) redonda a ovalada los materiales Barón rojo y Azucarón; (cuadro 2).

En cuanto a su color se determinó en sus dos fases fenológicas: estado sazón, predominando el color verde a verde rojizo y/o amarillo. En estado maduro el color rojo a rojo profundo en Iguana, Pitarrillo rojo, Barón rojo, Tronador y los colores de amarillo a anaranjado el jocote Pitarrillo amarillo y Guaturca. La textura de la cáscara varió de lisa a rugosa. Con respecto al sabor todos los materiales presentan sabor ácido en estado verde; ácido dulce, cuando sazón y dulce cuando maduro. Solamente el jocote de Azucarón es dulce incluso inmaduro y el jocote de Iguana ácido durante todas sus etapas de desarrollo;(cuadro 2). Esto explica el porque éste último no tiene valor comercial y su uso se limita a cercos vivos (Parada Berríos, 2007).

Entre los caracteres cuantitativos se encontró que la longitud varía entre 2.21 a 5 cm; diámetros entre 1.48 a 4 cm; pesos entre 10.64 a 28 g, grosor de mesocarpo entre 0.33 a 0.75 mm. Los valores mayores se registraron en los materiales Barón rojo, Pitarrillo rojo, Guaturca y Pitarrillo amarillo y los menores en Azucarón, Tronador e Iguana (Cuadro 2).

El rendimiento de pulpa por fruto presenta variación entre variedades y localidades (cuadro 2). Las variaciones por localidad se deben al manejo que los agricultores brindan al cultivo, a las características físicas y químicas de los suelos, específicamente a la presencia de niveles altos de fósforo de los suelos de San Matías, que es donde se presentaron los mayores promedios de ésta variable y según Rodríguez Suppo (1996), éste elemento se acumula principalmente en los tejidos activos, meristemos, semillas y frutos.

En San Andrés se encontraron promedios entre 1.91 g para jocote Iguana a 26.54 g para Pitarrillo rojo; en San Matías se tuvieron promedios entre 1.95

Cuadro 2. Principales características de siete variedades de jocote de verano.

Carácter	Azucarón	Barón Rojo (ácido)	Tronador	Pitarrillo Amarillo	Pitarrillo Rojo	Guaturca	Iguana
FRUTO							
Forma	Ovalada	Redonda-ovalada	Alargado	Alargado	Alargado	Redondo-ovalado	Alargado
Color cáscara	56Y6/8	5R4/10	2.5R4/10	2.5Y8/10			2.5Y4/10
Longitud media (cm)	3.23	3.27	3.34	3.40	4.67	4.57	3.33
D.E. (cm)	2.76	2.72	2.57	2.35	3.61	3.57	2.43
Peso (g)	16.70	20.85	14.72	18.9	23.32	22.35	6.19
Grosor pulpa (cm)	0.50	0.75	0.75	0.50			0.33
Sabor	Dulce	Ácido-dulce	Ácido-dulce	Ácido-dulce	Ácido-dulce	Ácido-dulce	Ácido
Bromatología							
Humedad (%)	69.23	74.67	71.41	79.09	81.35	83.78	85.96
Proteína (%)	0.99	1.08	1.12	1.01	1.35	0.85	1.02
Extracto etéreo (%)	0.17	0.20	0.35	0.14	0.18	0.12	0.21
Fibra cruda (%)	0.62		1.47	0.59	0.62	0.22	1.12
		0.66					
Cenizas (%)	0.76	0.73	0.89	0.41	0.64	0.34	0.65
Carbohidratos (%)	28.86	23.31	26.22	19.34	16.48	14.91	12.16
Calcio (%)	0.08	0.03	0.07	0.04	0.03	0.04	0.04
Fósforo (ppm)	492	431	457	272	373	308	281
Hierro (ppm)	35	22	21	15	13	9	7
Zinc (ppm)	12	9	10	8	4	5	4
Potasio (%)	0.36	0.55	0.35	0.17	0.26	0.13	0.24
Magnesio (ppm)	431	380	515	293	429	227	435
HOJA							
L. Peciolo (cm)	3.42	5.10	4.70	4.40			2.8
Raquis (cm)	19.4	17.5	18.00	14.5			14.8
No. foliolos	24	22	20	16			20
Base de foliolos	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica			Asimétrica
Bromatología							
Humedad (%)	71.29	73.94	62.79	72.72	75.37	66.92	66.84
Proteínas (%)	4.15	3.73	4.37	3.57	4.07	4.68	4.06
E. etéreo (%)	1.01	0.83	0.87	1.01	0.98	1.02	0.80
Fibra cruda (%)	3.63	2.87	4.45	3.07	2.67	3.30	3.24
Cenizas (%)	3.41	2.80	4.37	3.57	2.79	3.36	3.84
Carbohidratos (%)	20.12	18.67	26.89	19.13	16.79	24.02	24.47
Calcio (%)	0.75	0.57	1.00	0.81	1.91	0.85	1.03
Fósforo (ppm)	6.32	573	520	436	911	562	431
Hierro (ppm)	59	46	63	83	43	44	64
Zinc (ppm)	16	9	9	20	12	13	18
Potasio (%)	0.35	0.33	0.38	0.39	0.37	0.39	0.27
Magnesio (ppm)	1062	469	967	1037	985	1158	1127
Vitamina C (g)	47.26	90.89	50.29	56.96			101.80

Fuente: Parada-Berríos, 2007. Caracterización de cinco materiales de jocote de verano. Laboratorio de química agrícola del CENTA.

para Iguana y 25 g para Barón rojo; en El Tinteral se registró 11.84 g a 18.84 g para Barón rojo y en Las Chinamas 4.4 g para Iguana y 14.25 el jocote de Azucarón (Fig.1).

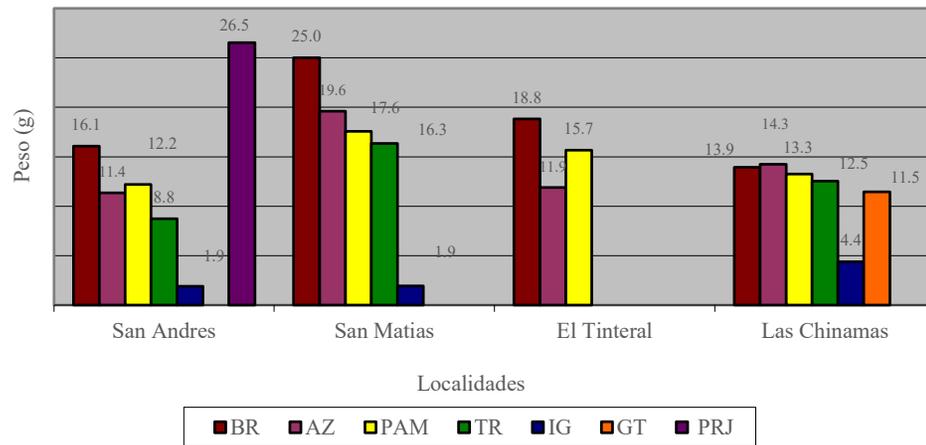


Figura 1. Variaciones de niveles altos de fósforo en los suelos por localidad.

Análisis bromatológicos

Estos análisis se realizaron a hojas y frutos de siete materiales de jocote de verano. En cuanto al análisis de las hojas las variedades Guaturca, Tronador, Azucarón, Pitarrillo rojo e Iguana reportaron los mayores contenidos de proteína con valores de 4.06 a 4.68% y las variedades Pitarrillo amarillo y Barón rojo los valores más bajos de 3.57 y 3.73% respectivamente. El elemento calcio la variedad que reporta el valor más alto es el jocote Pitarrillo rojo con 1.91 ppm, las otras variedades reportaron valores de 0.57 a 1.03 ppm.

En cuanto al fósforo las variedades Barón rojo, Pitarrillo amarillo, Iguana y Tronador presentaron valores entre 431 a 632 ppm, mientras que el valor más alto lo presentó el Pitarrillo rojo con 911 ppm. En el elemento hierro el mayor valor lo reportó el jocote Pitarrillo amarillo y los valores más bajos para el Guaturca y Pitarrillo rojo con 44 y 43 ppm respectivamente. El contenido de vitamina C en hoja, mostró contenidos altos para el jocote de Iguana con 101.80 mg.100 g⁻¹ y el más bajo para el jocote de Azucarón y Pitarrillo rojo con 47.26 y 46.66 mg.100 g⁻¹; (cuadro 2).

Con respecto a los análisis de frutos el que presentó mayor cantidad de proteína fue el Pitarrillo rojo con 1.35% y menor porcentaje el jocote Guaturca. Vale la pena destacar los mayores valores encontrados de carbohidratos (28.86 %) y hierro (35 ppm) en la variedad Azucarón con respecto a las demás variedades (Cuadro 2).

El Cultivo de Mamey (*Mammea americana*)

El árbol de mamey es nativo del norte de América del Sur y las Antillas, ampliamente distribuida desde el sur de México hasta el norte de América del Sur. El mamey pertenece a la familia de las Gutíferas, siendo esta especie la más representativa en América (Avilán y Leal, 1989). En El Salvador se desarrolla principalmente como árbol de traspatio en condiciones de suelos profundos en laderas con poca pedregosidad y clima predominantemente fresco, es un árbol cuyos frutos son de alto valor comercial y nutricional, que se encuentra distribuida en forma natural principalmente en los departamentos de Cuscatlán, La Paz, San Salvador, Sonsonate y Ahuachapán, en elevaciones que pueden variar desde los 100 hasta los 1000 msnm. Generalmente se propaga por semilla por lo que las poblaciones existentes se consideran espontáneas, es decir no existe en poblaciones establecidas con fines comerciales utilizando algún tipo de tecnología y si se encuentran en plantaciones con mayor abundancia la propagación ha sido sexualmente (Parada Berríos, 2001).

Forma, tamaño, peso de frutos y pulpa

Con respecto a la forma de los frutos predominaron los tipos esferoides, y en menor cantidad los elipsoides y oblongos. Con respecto al tamaño, estos se presentaron desde pequeños hasta frutos muy grandes, superando los 1,300 g, la media de pesos de frutos fue de 662.32 g, con un desvío estándar (S) de $\pm 251,23$ y un Intervalo de confianza de 913.55, la selección de mamey que lo supera es el STT06632FM6 con un peso promedio por fruto de 1335.15 g. Al respecto Villachica (1996), menciona como prioridades de investigación la selección de árboles con alta productividad que presenten frutos con peso entre 1,000 y 2,000 g (Fig. 2), sin embargo, nuestra cultura de consumo la tendencia es hacia la fruta de pequeña a mediana pues los costos por adquirir una fruta de mayor tamaño son mayores. Couto (2006), en su entrevista a Ryan Bathrick, coordinador en El Salvador de la iniciativa privada “Programa de Fortalecimiento de la Competitividad de los Agronegocios” al referirse a una serie de frutas nativas que se están exportando hacia Estados Unidos, entre ellas el mamey asegura “que existen muchas posibilidades y oportunidades de exportación si se apostara con las frutas nativas, pero pese al dinamismo experimentado en los últimos años, preocupan algunos aspectos como la heterogeneidad del tamaño de las frutas, entre otros aspectos”. Con el presente trabajo se presenta la oportunidad de estandarizar tamaños principalmente, entre otros caracteres que más adelante se discuten.

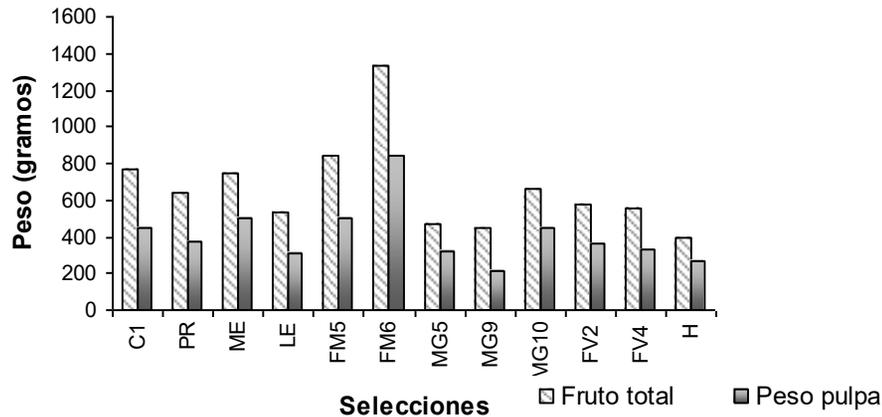


Figura 2. Peso de frutos y pulpa de 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.) en las diferentes localidades de El Salvador, 2006.

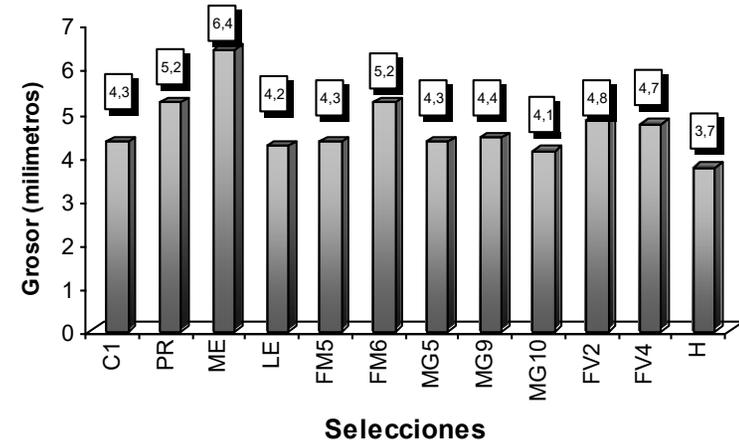


Figura 3. Grosor de la cáscara en 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.) en las diferentes localidades de El Salvador, 2006.

Grosor y peso de cáscara

El grosor de la cáscara de los frutos presentó fluctuaciones desde los 3 a 6 mm; en los materiales evaluados, se consideró importante el estudio de esta variable pensando, que al encontrar frutos con cáscara gruesa habría mayor resistencia a plagas, sin embargo, el material que presentó el mayor grosor SFC0625ME1 (Fig. 3), la mayoría de sus frutos presentaron daños por mosca de la fruta. Por otra parte el material IZ0605H1, cuyo grosor de cáscara fue menor (Fig.3), sus frutos estaban libres de de daños por la mosca, sin embargo pese a las evidentes diferencias genéticas entre los materiales, la otra variante es de tipo ambiental, la única diferencia registrada es la altitudinal; el primer material se encontró a 950 msnm y el de menor grosor de cáscara se encontró a 520 msnm, algunos técnicos se refieren a la distribución de la mosca de la fruta según los pisos altitudinales, siendo la probable explicación de los daños, ya que la mayoría de materiales encontrados en Izalco no presentaron en absoluto daños por moscas, mientras que los que se evaluaron arriba de los 700 msnm si presentaron daños.

Rendimiento de pulpa

Esta variable se considera la característica más importante en la selección de germoplasma. Los materiales evaluados presentaron rendimientos superiores a 48.72 % y el de mayor rendimiento con 68.06 % fue el IZ0617MG5 (Fig. 4); Villachica (1996), al respecto menciona que para una buena selección

el rendimiento debe ser superior a 70%. Sin embargo, en nuestro medio, la tendencia de tamaños en la mayoría de frutas para el consumo como fruta fresca es hacia frutos pequeños, Tung *et al.* (2003), haciendo referencia a los frutos de papaya menciona que a mayor tamaño la dulzura de fruta es menor siendo los más pequeños los mas dulces. Por otra parte la capacidad adquisitiva de los salvadoreños según estudios de CDC (2006), ha disminuido en los últimos 10 años, lo que hace difícil adquirir frutos grandes para consumo, por esta razón lo más probable es que rendimientos superiores a 70 % podrían servir para la agroindustria.

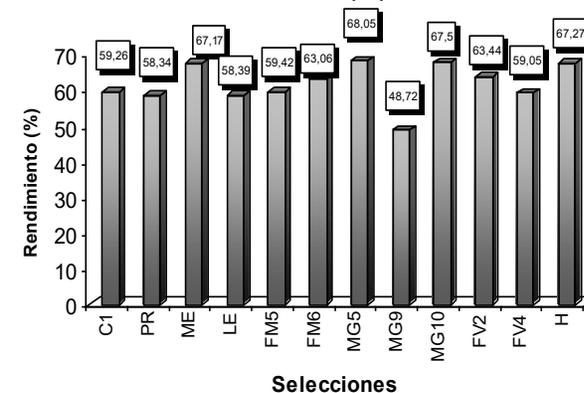


Figura 4. Rendimiento de pulpa de frutos de 12 selecciones de mamey (*Mammea americana* L.) en las diferentes localidades de El Salvador, 2006.

pH y Grados Brix (Sólidos solubles)

Ambas variables de gran importancia en la selección de los mejores germoplasmas de cualquier fruta, son básicas en decidir si una fruta se utiliza para consumo como fruta fresca o si sus aptitudes son para la agroindustria o simplemente para hacer refrescos. En el estudio realizado el material que presentó mayor pH, el menos ácido fue el SMO0607C1 (Fig. 5) y el de menor pH es decir el más ácido fue STT0632FM6. Con respecto a los grados brix fue el mismo material que resultó ser el más dulce SMO0607C1 (Fig. 6), al establecer la correlación de Pearson entre ambas variables se encontró una $r = 0.60$, hallando una correlación positiva entre las mismas.

El material que resultó con menos dulzura o menos grados brix fue el SFC0625ME1, no obstante, Tung *et al.* (2003), afirman que ambas variables en papaya pueden corregirse con el buen manejo principalmente dosis adecuadas de fertilizantes a base de potasio, valorando particularmente que el mamey puede comportarse en forma similar, ya que las selecciones recolectadas han sido de árboles sin manejo agronómico. Por otra parte, Calderón Alcaraz (1998), afirma sobre ambas variables que el análisis químico para cuantificarlas constituye un método de gran precisión, internacionalmente adoptado, no solo para determinar el momento de cosecha, sino para verificar la calidad de los frutos. Entre ambos datos señalados se establece una relación que proporciona un índice indicador llamado Relación Sólidos solubles totales/Acidez total con el cual se puede entrar a tablas de normalización que ofrecen información sobre la aceptación o la composición de los frutos tanto para cosecha como para mercado.

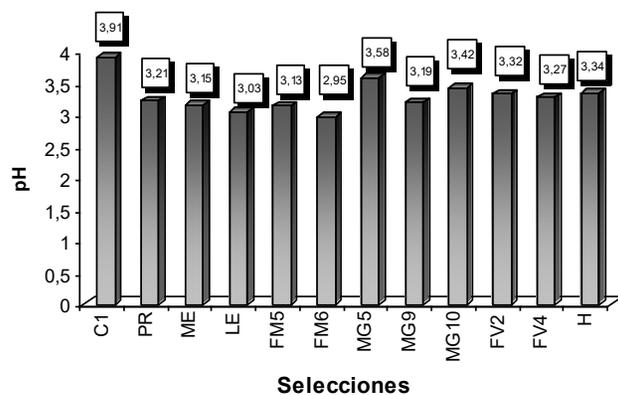


Figura 5. Comportamiento del pH en las 12 selecciones de Mamey* (*Mammea americana* L.) en las diferentes localidades de El Salvador, 2006. *Análisis realizados en los laboratorios de tecnología de alimentos de CENTA.

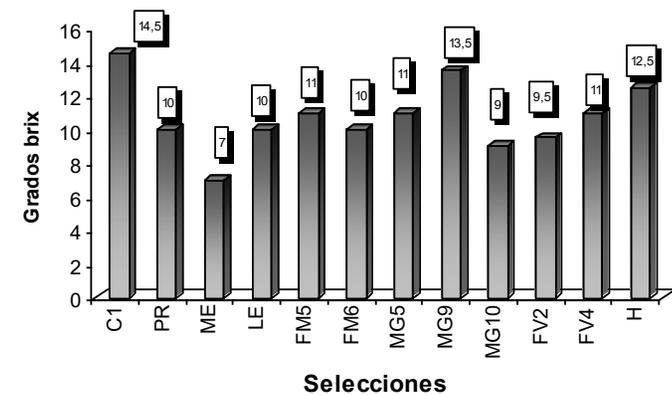


Figura 6. Comportamiento de los Grados Brix, en las 12 selecciones de Mamey (*Mammea americana* L.) en las diferentes localidades de El Salvador, 2006.

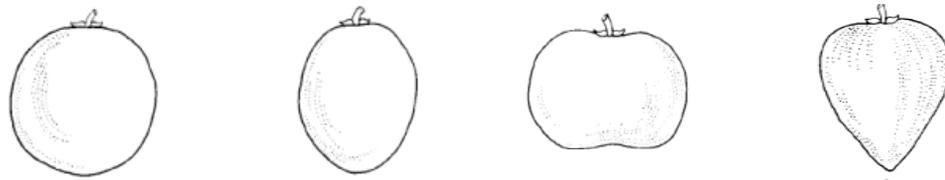
El Cultivo de Nance (*Byrsonima crassifolia*)

En El Salvador el fruto de nance se comercializa en mercados municipales, plazas públicas, escuelas y en supermercados como fruto de temporada, para su consumo como fruta fresca. También se procesa artesanalmente elaborando dulces para las fiestas patronales en los pueblos. En la actualidad es demandado para exportación como fruta congelada, ya que en ese estado ofrecen el beneficio de una mayor conservación y durabilidad para conservarlos frescos durante más tiempo; asimismo, poseen menos restricciones sanitarias, a diferencia de la fruta fresca que requiere mayores controles (Couto, 2006). Hasta hace poco tiempo solo se consideraba de traspatio, sin embargo, ha comenzado a tomar realce por su demanda en el extranjero como fruta congelada. Además, el nance es utilizado como fruta fresca para materia prima en la elaboración de concentrados, refrescos, minutas, dulces y otros productos procesados como el yogurt (Velásquez de Klimo, 2006). En El Salvador el cultivo de nance alcanza producciones promedio de 2000 a 4000 frutos por planta. En un huerto de 143 plantas. mz^{-1} , se pueden alcanzar los 286,000 frutos a partir del séptimo año del establecimiento (Canales y Madrid, 2006).

Caracteres del fruto, peso del fruto, peso de semilla, rendimiento del fruto

El fruto de nance botánicamente se clasifica como una drupa (León, 1987), y ésta suele presentar diferentes formas; según Canales y Madrid (2006), éstos pueden ser: esferoides, elipsoide (cubilete), obloide (cajeta) y ovoide (Fig. 7); además la base del fruto puede poseer formas: convexas truncada y cóncava. El ápice del fruto puede ser: mamiforme, agudo, redondeado, truncado y hundido. Los materiales evaluados, en su mayoría presentaron una forma del fruto esferoide, exceptuando a la selección MP2 y RV1 que su forma fue obloide y elipsoide respectivamente.

En cuanto a la base del fruto los 12 materiales presentaron forma truncada mientras que el ápice varió entre agudo (JC4 y MP1), redondeado (RV1, RV4, RH2, VPM2, VPM3, MP2 y NP2), y mamiforme (PP1, PP2 y JC1). En lo que se refiere al peso del fruto (Fig. 7a), considerado uno de los parámetros más importantes de mercadeo, se encontró que la selección PP2 sobresale con un peso promedio de 10 g, seguido por las selecciones RV4, RV1 y MP1 con 8 g, lo que los hace muy promisorios entre otras características. La selección VPM3 presenta el menor peso de fruto, pero además el menor peso de semilla y uno de los mayores rendimientos de pulpa, es por eso que se ha dejado entre los promisorios. Con respecto al peso de semillas (Fig. 7b), se puede observar que igualmente la selección PP2 es el de mayor peso seguido de NP2, RV4, RV1 y RH2. Entre la variable peso de semilla y peso del fruto existe una alta correlación positiva ($r = 0.87$), existiendo gran influencia entre ambas variables. Aunque no son deseables semillas grandes e los frutos Salysburi y Ross (1994), menciona que las semillas son esenciales para el desarrollo normal de los frutos, en muchos casos, si no hay polinización y fecundación, no hay formación de semillas y el fruto cae.



Esferoide

Elipsoide

Obloide

Ovoide

Figura 7. Principales formas de los frutos de nance.

Con respecto a la pulpa (Fig. 8c), se puede observar a las selecciones MP1 y VPM3, con valores superiores al 90% de rendimiento, lo que indica una mayor cantidad de pulpa en su fruto. Paradójicamente esta variable en la selección VPM3 no parece tener mayor importancia desde el punto de vista comercial, ya que presenta el menor peso de fruto, sin embargo para la selección MP1, con 8 g de peso del fruto y con un rendimiento de 92.63%, muestra ser un material muy atractivo para comercialización, con la limitante de que no es color amarillo, sino, café rojizo, lo que la descarta según las preferencias culturales de mercado para consumo como fruta fresca, pero que tiene muy buenas perspectivas para la agroindustria. Por otra parte, en los mercados locales utilizan los frutos diferentes al color amarillo para matizarlo en los canastos para un mejor atractivo en anaquel.

pH y Grados Brix

En este frutal como en la mayoría, esta variable es muy importante ya que de éstas dependen la preferencia del consumidor por las diferentes variedades de frutas. En el presente estudio la selección VPM3, presenta el valor mayor de pH (6.6), considerándose menos ácido si lo comparamos con la selección MP1 (3.3) (Fig.9a). Estos mismos materiales son los que presentaron el valor mayor de pH y menor de grados brix respectivamente (Fig.9b), al analizar la correlación de Pearson se encontró una alta correlación positiva ($r = 0.79$). Si analizamos la selección VPM3 con el mayor pH y grados brix, esto explica el porque fue seleccionado entre los mejores 12 materiales, siendo el de menor peso de fruto. En otras especies se establece una relación “tamaño de fruto/ grados brix”, siendo los frutos de mayor tamaño los menos dulces, como el caso de la papaya, sin embargo, el manejo con fertilizaciones adecuadas, también el nance como otras especies puede mejorar considerablemente muchas variables relacionadas a caracteres cuantitativos y cualitativos de la especie. Es importante recordar que esta especie nativa prácticamente es un cultivo de traspatio sin ningún tipo de manejo donde al realizar una nutrición adecuada e incluso poda de frutos podría incrementarse el tamaño de estos como en el caso de la guayaba taiwanesa (Tung *et al.* 2003).

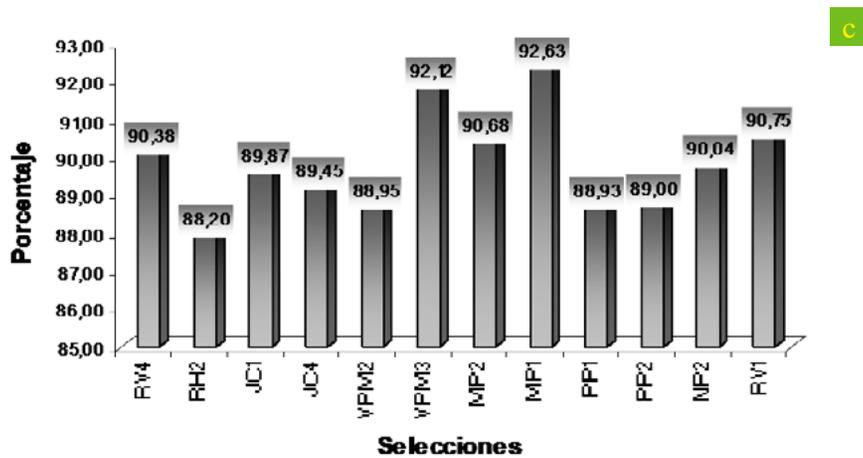
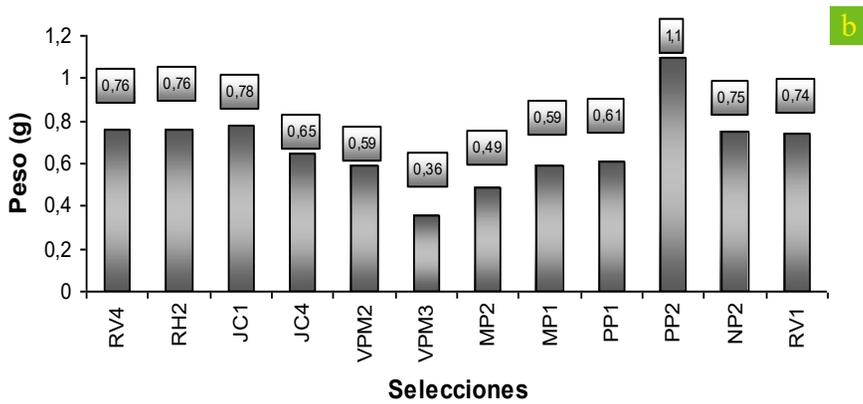
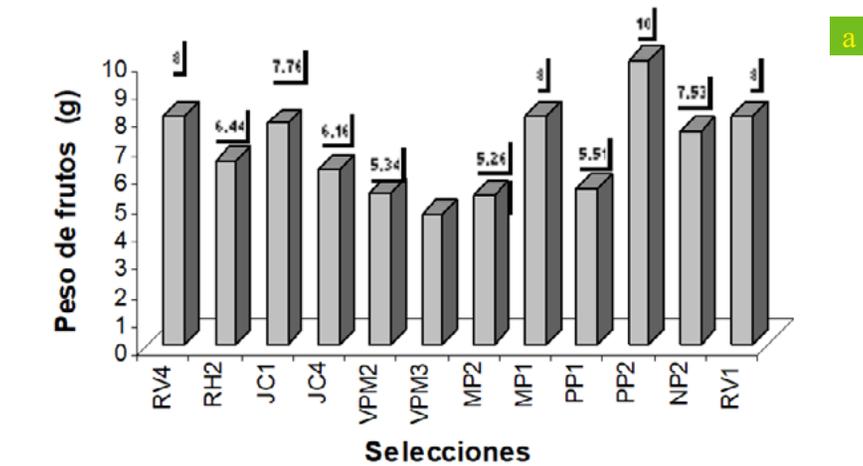


Figura 8. a) Peso de frutos (gramos), b) peso de semillas (gramos) y c) rendimiento del fruto (porcentaje), de 12 selecciones de nance (*Byrsonima crassifolia*) en Nahuizalco, Sonsonate, 2006.

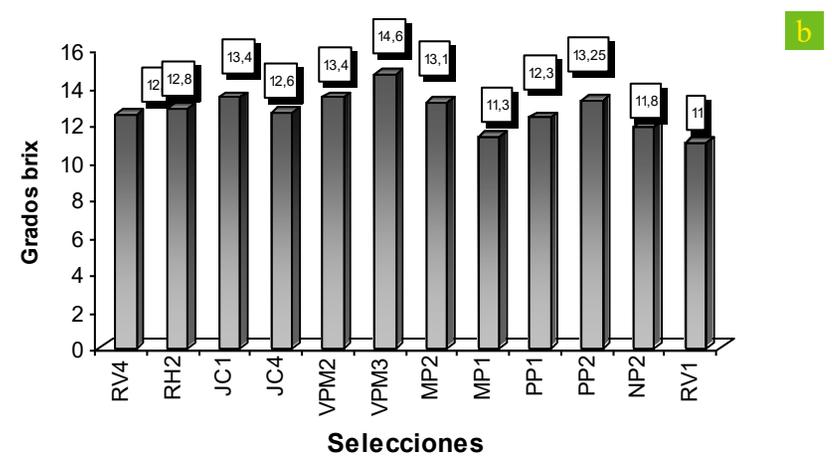
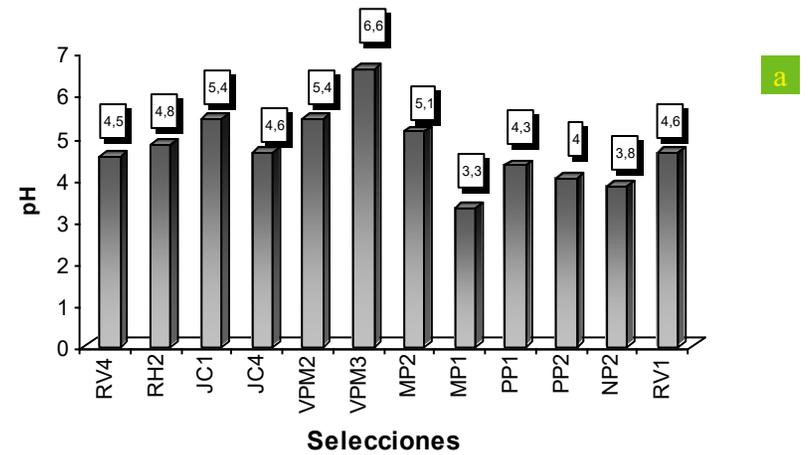


Figura 9. a) pH de los frutos y b) Grados Brix de las 12 selecciones de (*Byrsonima crassifolia*) en Nahuizalco, Sonsonate, 2006.

Análisis bromatológicos

Proteínas, grasas, fibra cruda y carbohidratos

El análisis de estas variables, presenta una importancia nutricional que muchas veces pasa desapercibido por otras variables físicas generalmente utilizadas de los frutos; entre estas las proteínas consideradas como reparadoras de tejidos son de gran valor en las frutas, al analizar la figura 10a, podemos observar, que la selección codificada como NP2, presenta valores superiores a 0.50%, mientras que la selección PP2 presentó el menor valor (0.38%). Con respecto a la grasa la selección NP2 presentó los mayores contenidos (0.60%), mientras que VPM2 el menor contenido (0.30%). Con relación a la fibra cruda MP1 y PP2 presentan los contenidos mayores, sin embargo, el resto de materiales se presenta un Intervalo de Confianza (IC= 8%), siendo MP2 el único que lo sobrepasa (8.4%), mientras en los carbohidratos se presenta un IC = a 11.76% y el único que supera este es la selección JC4 (13.76 %), (Fig. 10b).

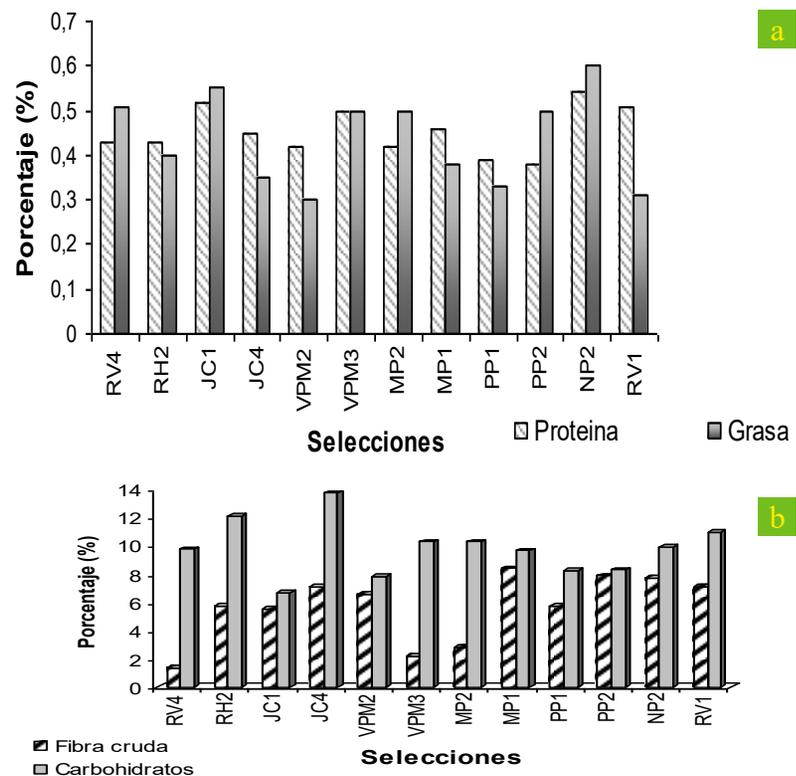


Figura 10. a) Proteínas y grasas (porcentaje) y b) fibra cruda y carbohidratos (porcentajes), presentes en 12 selecciones de nance (*Byrsonima crassifolia*), en Nahuizalco, Sonsonate, 2006.

Calcio y fósforo

En cuanto a la concentración de calcio en las selecciones de nance se puede observar que materiales como el RH2 y VPM3 presentaron contenidos de 630 mg.g⁻¹, sin embargo en términos generales las diferencias no son determinantes ya que el menor valor presentado por la selección PP2 con una concentración de 370 mg.g⁻¹, asimismo se encontró en la concentración de calcio, una alta correlación positiva con la concentración de grasas ($r = 0.99$) y proteínas ($r = 0.99$), Salysbury y Ross (1994), explica que este elemento es esencial para las funciones normales de la membrana en todas las células, probablemente como enlazador de los fosfolípidos entre sí o a proteínas de membranas. El mismo autor insiste que es probable que el calcio cumpla con una función de activador enzimático, sobre todo cuando el ión Ca⁺² está unido a la calmodulina o a proteínas muy afines.

La concentración de fósforo fue mayor en la selección RV1 con una concentración de 52 mg.g⁻¹, y la menor concentración para la selección RH2 (18 mg.g⁻¹). Salysbury y Ross (1994), mencionan sobre la importancia de este elemento por ser parte esencial de muchos glucosfosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos, formando parte además de nucleótidos y de fosfolípidos presentes en las membranas.

El Cultivo de Aguacate (*Persea americana*)

El aguacate es una fruta de mucha importancia en la alimentación humana, por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales (Baíza, 2003). Además, es fuente de hidratos de carbono y junto con el guineo, es la fruta con mayor contenido de potasio; asimismo es una buena fuente de niacina y tiamina. Junto con las aceitunas, poseen el contenido más alto de proteínas y grasa entre todas las frutas (IICA, 2002). El cultivo posee una gran importancia socioeconómica debido a su demanda creciente, que proporciona empleos permanentes y temporales a los participantes en la cadena agrocomercial, beneficiando a productores, comercializadores, industrializadores y consumidores (Baíza, 2003). El aguacate se consume y se comercializa en estado fresco, no obstante, existe la industrialización de diversos productos derivados, entre ellos: Puré de aguacate congelado, guacamol, aceite comestible y comestológico, shampoo, lociones y mascarillas faciales y capilares, entre otros, además el aguacate ofrece amplias posibilidades para desarrollar sistemas de producción asociados. Ejemplo de ello es la presencia de apiarios y cultivos intercalados, que son necesarios para obtener adecuados niveles de producción (IICA, 2002).

La conservación de germoplasma de aguacate por consideraciones prácticas, se requiere que el material sea mantenido como árboles sexualmente maduros en un campo o área protegida. Por lo tanto, es urgente la necesidad de constitución de bancos de germoplasma adecuados, los cuales no pueden ser sustituidos por métodos emergentes como la micropropagación ni la crioconservación, sino más bien serian apoyo para incrementar la efectividad por lo que se hace necesario de el uso de la caracterización como un método para conocer y determinar los recursos genéticos de un lugar determinado.

Caracterización de frutos

El fruto es la parte comestible del árbol de aguacate y este tiene algunas características de relevancia entre las que se pueden mencionar, el epicarpio o cáscara el cual tiene solo unos milímetros de espesor; entre los materiales caracterizados solo nueve presentaron epicarpio de espesor medio que va de 1.0-1.5 mm; siendo algunos de los materiales sobresalientes en cuanto a la consistencia y espesor el UESEEPB0501CR1, UESECO535M1, UESIN0529C2, UESECO549C4, UESDE0547J5, UESCO0558F4, UESME0554M3, UESECO545M4 (Cuadro 3). Cuando la cáscara es de consistencia dura y de mucho espesor es considerado ventajoso (Pérez, Rivera 1986; Baiza, 2003), por lo que dos de las variables más importantes para discriminar entre razas y variedades son sin duda el espesor y la consistencia de ésta; ya que le confieren características de resistencia al manipuleo, transporte y vida en anaquel al fruto (Torres Corona, citados por Baiza 2003). En cuanto a otras características de la cáscara, seis materiales presentaron cáscaras leñosas, siete cáscaras quebradizas y siete cáscaras flexibles. En lo referente a la adherencia de la cáscara a la pulpa, siete selecciones presentaron adherencias ligeras, característica deseada desde el punto de vista comercial (Aparicio, 1990), once con adherencia media y solo dos con adherencia fuerte. Con respecto a la coloración de la cáscara se encontraron ciertas tendencias, las cuales nueve selecciones, presentaron cambios de color de verde claro y oscuro en frutos con madurez de corte (sazones), a coloración morado en frutos con madurez de consumo; el resto de las selecciones predominaron las coloraciones verde y verde-oscuro; aunque la coloración de la cáscara del fruto no es una característica importante para discriminar entre variedades (Sánchez Pérez, citado por Baiza, 2003).

Una de las características importantes en los frutos es su peso; encontrándose frutos pequeños de hasta 163 g y grandes de hasta 412 g. Al separarlos por raza no se pudo confirmar a los frutos clasificados dentro de la raza guatemalteca como frutos de pesos intermedios y como grandes a los

Cuadro 3. Caracterización de los frutos madurados y su cáscara de los materiales nativos de aguacate.

CODIGO	Forma	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso Promedio (g)	Clasificación (en base a peso)	Color (maduro)	Color (madurado)	Consistencia	Espesor	Apariencia	Adherencia
UESDE0506C1	Ovalado	8.01	7.03	306.80	Mediano	Verde claro	Morado	Leñosa	Media	Lustrosa	Ligera
UESCO0523F1	Pera	7.80	6.06	208.10	Pequeño	Verde-claro	Verde-claro	Flexible	Fina	Opaca	Fuerte
UESCO0520F2	Ovalado	7.06	6.08	230.20	Pequeño	verde	Morado	Quebradiza	Fina	Lustrosa	media
UESEEPB0501CR1	Ovalado	8.03	5.45	233.13	Pequeño	Verde	Verde	Quebradiza	Media	Opaca	media
UESEC0535M1	Balón	9.40	6.80	310.00	mediano	Verde	Verde	Quebradiza	Media	Opaca	Ligera
UESME0556C3	Pera	9.75	7.50	231.89	Pequeño	Verde-claro	Verde-claro	Quebradiza	fina	Opaca	media
UESEC0549C4	Ovalado	9.07	7.90	280.00	mediano	Verde	Morado	Leñosa	Media	Lustrosa	media
UESEC0539J1	Pera	8.59	5.82	165.81	Pequeño	Verde-claro	Verde-claro	Leñosa	fina	Lustrosa	Ligera
UESHU0530J2	Ovalado	8.43	6.02	163.80	Pequeño	Verde	Verde	Blanda	fina	Lustrosa	media
UESCA0557J3	Alargado	7.6	6.80	182.20	Pequeño	Verde	Morado	Quebradiza	fina	Lustrosa	media
UESDE0546J4	Ovalado	10.65	6.42	223.84	Pequeño	Verde	Verde	Quebradiza	fina	Lustrosa	media
UESDE0547J5	Pera	7.75	6.22	176.47	Pequeño	Verde	Verde	Flexible	Media	Opaca	Ligera
UESME0551F3	Ovalado	11.03	8.04	412.17	grande	Verde	Morado	Flexible	fina	Lustrosa	Ligera
UESCO0558F4	Ovalado	11.10	7.93	368.00	Grande	Verde-claro	Morado	Leñosa	media	Opaca	Ligera
UESEC0536F5	Elíptico	11.00	6.09	217.97	Pequeño	Verde	Morado	Flexible	fina	Lustrosa	media
UESEC0541M2	Pera	10.9	7.97	271.90	Mediano	Verde	Verde	Flexible	fina	Lustrosa	media
UESME0554M3	Elíptico	9.75	7.75	302.50	Mediano	Verde	Verde	Quebradiza	media	Lustrosa	media
UESEC0545M4	Balón	9.90	8.05	288.00	Mediano	Verde	Morado	Flexible	media	Lustrosa	media
UESME0553M5	Ovalado	10.1	8.12	285.65	Mediano	Verde claro	Morado	Leñosa	fina	Lustrosa	Fuerte

La clasificación del espesor de la cáscara es gruesa >1.5 mm.; media entre 1.5-1.0 mm. y fina < 1.0 mm.

pertenecientes a la raza antillana, dichos resultados son atribuidos al tamaño de la muestra (número de árboles caracterizados) y a la variabilidad del tamaño de los frutos pertenecientes a la raza antillana (Téliz *et al.* Godínez *et al.* Pérez Rivera, citados por Baiza, 2003). Los materiales sobresalientes en cuanto peso son: UESME0551F3, UESCO0558F4 clasificados como frutos grandes; los materiales UESEC0535M1, UESEC0549C4, UESEC0541M2, UESME0554M3, UESEC0545M4, UESME0553M5 como frutos medianos (Cuadro 3). Otras características tomadas en consideración en cuanto al fruto fueron su forma encontrando frutos redondos, ovalados, elípticos y periformes.

En la caracterización de la pulpa o mesocarpio se encontraron doce selecciones con sabor neutro, cinco con sabor amantequillado y tres con sabor a nuez todos estos catalogados como buenos sabores; además se encontró que diez de las selecciones presentaron pulpa con espesor mediano (de 1cm de espesor) representando un 50%, seis con pulpa gruesa (> 1cm) y resto con pulpa delgada (< 1cm). Debido a que la pulpa es la parte fundamental para determinar la calidad de una fruta ya sea por su sabor, espesor, consistencia, contenido de fibra o su composición nutricional estas características son de gran importancia al momento de elegir una variedad comercial (Pérez Rivera 1986; Aparicio 1990; Baiza, 2003).

En lo que se refiere a la caracterización de la semilla los aspectos más importantes a considerar son el tamaño y principalmente la relación fruto/semilla, siendo ideal una mayor proporción de fruto y una semilla de tamaño pequeña o mediana. Los resultados encontrados fueron: los de menor diámetro polar en semilla son las selecciones UESCO0523F1, UESDE0506C1, UESEEPB0501CR1; y los de mayor la UESME0553M5, UESEC0549C4, UESEC0541M2. Así, los de menor y mayor diámetro ecuatorial respectivamente son los materiales UESEEPB0501CR1, UESHU0530J2, UESIN0529C2 y los de mayor diámetro UESEC0541M2, UESME0553M5, UESME0554M3. Los materiales sobresalientes en la relación fruto/semilla son: el UESIN0529C2 con una relación 6.3:1.2, es decir 5.25 unidades mayor que la semilla o también se puede explicar que por cada 6.3 unidades de fruto hay 1.2 unidades de semilla, el UESEEPB0501CR1 con una relación de 6.6:1.2, el material UESDE0506C1 con 7:1.2 lo que quiere decir que 5.83 unidades en las que el fruto es mayor a la semilla o que por cada 1.2 unidades de semilla hay 7 unidades de fruto y el UESCO0558F4 con una relación 7.5:1.2, esto quiere decir que el fruto es mayor 6.25 veces a la semilla o que por cada 1.2 unidades de semilla hay 7.5 unidades de fruto, mientras que la menor relación fruto/semilla la presentó el material UESME0554M3 con una relación 2.5:2 y el UESEC0535M1 con relación 3:2. Al comparar los resultados de la relación fruto/semilla con algunas variedades criollas comercialmente sobresalientes en el país como el Beneke, Ereaguayquín, Sitio del niño 3 cuyas relaciones son 13:1, 8:1, 8:1 y variedad introducidas con características exigidas por el mercado mundial como el Hass 9:1.3, en la categoría uno y el Booth 8 (IICA, 2005); los materiales UESEEPB0501CR1, UESDE0506C1 y UESCO0558F4 presentan características muy promisorias de relación fruto semilla con respecto a los 20 materiales.

Cultivo de Anona (*Annona diversifolia*)

La anona rosada, anona de Castilla o ilama (*Annona diversifolia*), es una especie nativa de la costa del Pacífico de Mesoamérica, siendo muy poco conocida fuera de su zona de origen. Esta especie adquiere gran importancia para los pobladores de las regiones donde prospera, ya que en la época de producción es una valiosa fuente de ingresos adicionales a los cultivos tradicionales. De esta especie existen pocos estudios científicos, a pesar de ser considerada como uno de los frutos más finos dentro de la familia de las Anonaceas (Zavala *et al.* 1997), familia a la que pertenecen otras especies con un alto valor comercial como la guanaba, la chirimoya y la atemoya. Se

adapta a diversas regiones de El Salvador, especialmente en áreas geográficas específicas y dispersas, reconocidas como franjas anoneras, caracterizadas por poseer árboles silvestres o cultivados en patios y áreas marginales, sin manejo técnico, con énfasis en la recolección de frutos, de diferente edad y época de producción muy estacional (Baiza, 2002).

Características del fruto

Color: cambia el color de la cáscara del fruto verde de tonalidad clara cuando está inmaduro en la mayoría de selecciones, sin embargo, otras presentan color de cáscara verde claro o color verde rosados y verde rojizo cuando están maduros. Al respecto Agustín (1997), coincide en señalar que el color del fruto es verde claro cuando se encuentra en desarrollo y al llegar a madurez fisiológica, puede adquirir una coloración verde más clara y algunas veces toma tonalidades cobrizas o amarillentas, como resultado del ataque de plagas y enfermedades o la manifestación de deficiencias nutrimentales, si bien esta coloración desmerita la presentación externa el sabor no es afectado, al contrario lo hace mas dulce aunque pierden su atractivo visual y problema de calidad para un posible mercado de exportación.

Color, olor y sabor de pulpa: El color de la pulpa varía desde blanco, rosado y rojizo, de diversas tonalidades, el olor de la pulpa en las selecciones es indefinido, muy agradable al olfato, señal evidente de su plena madurez fisiológica, perfumando el ambiente alrededor de los árboles cosecheros. Una apreciación subjetiva señala que se trata de una mezcla de frutos de banano y naranjo combinados. El sabor de la pulpa en los materiales es variado, desde dulce, muy dulce, simple y ácido, siendo predominante el sabor dulce y muy dulce.

Agrietamiento de frutos: Se midieron las aberturas encontrándose que se presentan al momento de la madurez fisiológica y brindan el índice de corte, variando entre 6 y 14 centímetros por cada una, proporcionalmente al tamaño del fruto. En cuanto a frutos con presencia de plagas y enfermedades en las grietas, fueron pocos los árboles que se encontraron con este tipo de daños.

Forma: En cuanto a la forma del fruto hay varias formas encontramos unas acorazonadas, oblicuas, cónicas, y redondas; coincidiendo con lo observado por diversos autores. Poseen carpelos que varían entre prominentes y no prominentes, coincidiendo con los tipos determinados en algunos casos para chirimoya.

Producción y peso: Los frutos producidos oscilaron entre 15 y 115 frutos por árbol, los frutos deformados entre 0 y 65 frutos, en algunos casos debido

a la alta incidencia de plagas y enfermedades. Los frutos aprovechables oscilaron entre 0 y 96 unidades. En cuanto al peso de los frutos, estos oscilaron entre 0.4 y 2.0 libras, siendo excepcional el reporte de unidades mayores a 2.2 libras. El peso de la cáscara oscila entre 0.19 y 1.18 libras, correspondiendo el peso total de las semillas entre 0.02 y 0.33 libras. El peso neto de la pulpa oscila entre 0.15 y 1.83 libras. Cada fruto posee entre 16 y 80 semillas.

Características de las semillas

No se observó diferencia en el color de las semillas, todas las semillas son de color café cobrizo, variando en longitud entre 1.0 y 1.9 centímetros, con un peso desde 0.57 hasta 1.9 gramos, con un número total variable entre 16 y 80 semillas por fruto. Están cubiertas por una testa dura, que se convierte en un protector del embrión interior. Al respecto González *et al.* (1997), señalan que las semillas son abundantes en cada fruto (de 50 a 70 unidades) y miden aproximadamente 20 mm de longitud y 10 mm de ancho, poseen coloración cobriza, forma oblonga-ovoide, testa dura y la presencia de un tegumento interno laminar que penetra a un endospermo masivo parenquimatoso.

Presencia de plagas y enfermedades

En la zona se reporta como el problema de mayor incidencia, la presencia de Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en hojas, flores y frutos, provocando purga de la abundante floración de los árboles, además de daños de canchales y lesiones en corteza y ramas. Ataca masivamente los frutos ya formados, tornándolos de color negro y provocando su momificación, con nulo valor alimenticio y comercial. Las pérdidas reportadas en este estudio son del 33% en promedio, aunque en algunas ocasiones los productores mencionan de pérdidas mayores al 60%. La segunda fuente de pérdidas son los insectos barrenadores, actuando a veces en asociación a plantas altamente afectadas por el hongo de la antracnosis, provocando por sí solos valores del 10 % en promedio.

Usos reportados

En la comunidad de El Recreo, Mercedes Umaña, Usulután, se utiliza la madera de los árboles como leña, además de refuerzo a estructuras menores de viviendas y habitaciones, puntas y látigos para el pastoreo de animales. El fruto es destinado para la venta, comercializándolo en la casa, ya que los intermediarios llegan a comprarlos a la zona, siendo vendido por docenas a precios equivalentes a los \$0.25-\$0.60 centavos de dólar por cada fruto.

Prácticas de manejo reportadas

La anona es un frutal que no ha recibido un manejo tecnificado en los lugares donde ha sido cultivado, considerándose como un cultivo de patio o silvestre. Sin embargo, en la comunidad del estudio, se realizan algunas prácticas de poda sanitaria y de formación, realizándose aplicaciones de fungicidas como Manzate, Dithane, entre otros, obteniéndose mejora en la sanidad de los árboles, los cuales renuevan sus brotes productivos y forman un buen eje productivo futuro. Como práctica tradicional se encontró la quema o sahumización con hojarasca y basura vegetal, al pie de los árboles afectados por antracnosis, donde el humo producido, combate o ahuyenta la presencia de plagas y enfermedades. Además de la aplicación de ceniza a manera de fertilizante natural y de controlador de plagas y un control manual de malezas con machete. En la época de cosecha se encuentra un abundante tutorado de aquellos árboles altamente productivos, porque de lo contrario no soportarían la carga de los frutos en las ramas. La cosecha se realiza a través de la observación de la presencia de rajaduras en los frutos, acompañados de insectos como trigonas que los rondan previamente o al momento de su punto de corte. Se utiliza un corte manual girando suavemente la fruta, aunque en algunas ocasiones, queda el pedúnculo que la sostiene, propiciando la entrada de patógenos. Posteriormente envuelven la fruta con papel periódico, para acelerar su maduración, colocándola en canastas o cestas, hasta su traslado al mercado.

Las colecciones en la EEP se comenzaron a establecer en mayo de 2005, en el lote la manga, se iniciaron estableciendo germoplasma que en CENTA ya se tenían caracterizados en el caso de zapote, níspero y mango. En el año 2006 se continuó el establecimiento de germoplasma de segregantes originados de semilla de especies como el arrayán, guanaba y otras especies silvestres (*Annona reticulata*, *A. squamosa*, *A. glabra*, *A. purpurea*, *A. holocarpa*) de la familia anonácea; mientras tanto se contaba con ejemplares de nance, mamey y anonas en desarrollo en fase de vivero en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas, recolectados el 2005 y 2006, y que se establecieron en La EEP en el año de 2007, exceptuando las selecciones de mamey que se establecieron en la Ciudad Universitaria (Cuadro 4). Al justificar la importancia de las colecciones de campo Rojas *et al.* (2002), menciona que los esfuerzos para conservar la biodiversidad son antiguos, pero es a partir de la década de los 40 que aparecen en Estados Unidos centros con capacidad para almacenar germoplasma para asegurar su preservación en el mediano y largo plazo, con capacidad de mantener colecciones vivas.

Cuadro 4. colecciones en la EEP

Especie	Selección o variedad	Número de Ejemplares	Área (mz)	Lote
Zapote (<i>Pouteria sapota</i>)	Magaña	15	0.25	La manga
	Rivera	15		
	Valiente	15		
Níspero (<i>Manilkara sapota</i>)	Segregantes	15	0.25	
	Chipó	15		
	Caluco	15		
Arrayán (<i>Psidium friedichtalianum</i>)	Rodriguez	15	0.10	
	Prolific	15		
	Segregantes	45		
Guanaba (<i>Annona muricata</i>)	Segregantes	25	0.05	
Anona corazón de Buey (<i>Annona reticulata</i>)	Segregantes	10	0.02	
Anona bayunca (<i>Annona squamosa</i>)	Segregantes	10	0.02	
Surumuyo (<i>Annona holocerisea</i>)	Segregantes	2		
Sincuya (<i>Annona purpurea</i>)	Segregantes	25	0.09	El Amate
Paterna (<i>Inga paterna</i>)	Segregantes	16	0.01	El Amate
	Barón Rojo	40	0.03	La Ceiba
	Azucarón	40	0.03	
Jocote (<i>Spondia purpurea</i>)	Pitarrillo amarillo	20	0.015	
	Guaturca	20	0.015	
	Pitarrillo Rojo	60	0.04	
Anona (<i>Annona diversifolia</i>)	Selecciones y segregantes	25	0.02	
Nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>)	Selecciones y segregantes	40	0.03	El Amate
Mamey (<i>Mammea americana</i>)	Selecciones	20	0.02	
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	Variedades introducidas por CENTA	40	0.40	El Mango

Además afirma, que cuando se recoge una accesión se deja una copia en el lugar de origen, o en caso de que no existan las facilidades para ello, el material se conserva en otro lugar, hasta poder ser enviadas al lugar de origen nuevamente. Los bancos de germoplasma no son museos que conservan reliquias del pasado, sino, depósitos para uso de los mejoradores de cultivos y otros trabajadores relacionados con la agricultura. Por ello, la información acerca de su acervo debe ser fácil de obtener, por lo tanto la primera tarea es enlistar las características de las plantas en el campo, describir su ambiente y localización. La información de campo consistente en el nombre local, fecha y datos del sitio de donde se colectó, normalmente conocido como “datos de pasaporte”. Antes de recibir tratamiento para la conservación, la accesión recibe un número.

Conclusiones

Producto de las recolectas de germoplasma y caracterización *in situ*, se cuenta con especies frutícolas y variantes de estas, conservadas en colecciones de campo en la Estación Experimental y de Prácticas y el Campus Universitario de las siguientes especies: de Anona (*Annona diversifolia*), Mamey (*Mammea americana*), Aguacate (*Persea americana*), Jocote (*Spondia purpurea*).

Se cuenta con selecciones de frutas debidamente caracterizadas de las diferentes especies que podrían cumplir por sus características diferentes usos y demandas de mercado para agroindustria artesanal, tecnificada o para consumo como fruta fresca.

Por cada especie caracterizada se desarrollo con una guía descriptora anatómica y morfológica.

Se dispone de germoplasma prospectivo de frutales nativos a los viveristas, productores e interesados en propagar clonalmente, una oferta tecnológica de selecciones con diversos atributos cuantitativos y cualitativos, que en un futuro pueda servir para uniformizar huertos.

Recomendaciones

Todos los materiales seleccionados provienen de un lugar en donde no reciben riego, fertilización, ni controles fitosanitarios, por lo tanto, al proporcionarles un manejo agronómico adecuado, podrían mejorar aún más sus características.

A las colecciones vivas es importante brindarles el seguimiento necesario a fin de manejarlos adecuadamente y reevaluarlos en sus nuevos ambientes, con la finalidad de garantizar su adecuada conservación.

Bibliografía

- Agustin, J. A. 1997. Descripción varietal de la selección Cortés II-31 de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) En: Memoria. Congreso Internacional de Anonáceas, Chapingo, Méx. p. 110-123.
- Anderson, C. 1999. Germoplasm bank and propagation material of comercial varieties of citrus fruits. IACNET FAO. 15:11-17.
- Aparicio, C; Calderón, R. 1990. El cultivo del aguacate. (Material exaula, cátedra de cultivos perennes). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. El Salvador. 50 P.
- Avilan, L y Leal, F. 1988. Manual de Fruticultura, cultivo y producción. Editorial América, C.A. Chacaito, Caracas. Venezuela. P 440.
- Baíza Avelar, V.H. 2003. Guía Técnica del Cultivo del Aguacate. Ed. Maya. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA) Nva. San Salvador, El Salvador. 61 p.
- Calderón Alcaraz, E. 1998. Fruticultura General. El Esfuerzo del hombre Editorial Limusa. Grupo NORIEGA Editores. Balderas 95, México D.F. 763 p.
- Camacho, O.M.; Muños, L.B y Milanés, E. F. 2000. Rescate de los Recursos Genéticos de cítricos en cuba. IACNET FAO. 16: 25-40.
- Canales Cortez, AF.; Madrid Reyes. 2006. Caracterización Morfológica de Germoplasma promisorio de Nance (*Byrsonima crassifolia*), en el municipio de Sonsonate, departamento de Sonsonate. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de El Salvador. 95 p.
- CDC (2006). Centro para la Defensa del Consumidor.
- Couto, F. 2006. Un negocio helado. Revista Dominical. Reportaje de Diario de Hoy. Publicado el domingo 26 de mayo 2006.
- De Araujo, J.P. y Da Silva, V.V. 1995. Cajucultura. Modernas técnicas de producción. EMBRAPA, Brasil. 292 p.
- González, A.; Luna, L.; Álvarez J.; De Paz, Y. 1997. Estudios sobre el letargo de *Annona diversifolia* Saff. En: Memoria. Congreso Internacional de Anonáceas, Chapingo, Méx. P. 229-239.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2002. Boletín de Mercado del Aguacate. Ed. Maya. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA) Nva. San Salvador, El Salvador. 70 p.
- IPGRI. 2001. Boletín de las Américas. Grupo América, vol. 7 N° 1. Cali, Colombia.
- Lagos, JA. 1983. Compendio de Botánica Sistemática. 2ª. Edición. Dirección de publicaciones. San Salvador, El Salvador, C.A. 318 p.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica Pp. 270-271.
- Ollitrauly, P. y Camacho, O.M. 2000. Los Recursos genéticos de cítricos y la Biotecnología. IACNET FAO. 16: 4-8.
- Parada Berríos, F.A. 2007. El cultivo de jocote de verano (*Spondia purpurea*). Guía Técnica. 53 p.
- Parada Berríos, 2001. Guía Técnica del cultivo de mamey. San Andrés, La libertad, CENTA. Inédito.
- Parada Berríos, F.A. y Cruz Pineda, E. 2002. Bancos de germoplasma como material de Propagacion de frutales diversificados en los ceda del CENTA. Informe memoria Institucional. Inédito.
- Pérez Rivera R.A., 1986. Selección de 20 cultivares de aguacate criollo en El Salvador. CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador.
- Rodríguez Suppo, F. 1996. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. A.G.T. Editor, S.A. Progreso 202 México, 11800, D.F.
- Rojas, A.; Ardila, J. y Henriquez, P. 2002. Valoración económica de los Recursos Fitogenéticos en mesoamérica. REMERFI. GTZ. IICA. 47 p.
- Salisbury, FB.; Ross, CW. 1992. Fisiología Vegetal. Traducción al Español. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A de C.V. México, D.F.

Tung, CJ; García, MA y Flores S., EO. 2003. Manual del Cultivo de Papaya. MAGA/PROFRUTA/Misión Técnica Agrícola de la República de China. 79 p.

Velásquez de Klimo, I. 2006. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de nance. FRUTALES/IICA 35 p.

Villachica, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Proyecto FAO/GC/RLA/118/NET. Lima, Perú. Pp 182-187.

Zavala H., F., Muratalla L., A.; Chávez F., S. 1997. Caracterización de una población de Ilama (*Annona diversifolia* Saff.), ubicados en la región del río Balsas, Estado de Guerrero. En: Memoria del cultivo de las Anonáceas, Chapingo, Méx. P. 133-152.

Diagnóstico de mastitis subclínica y calidad microbiológica de la leche de cabra comercializada en el Centro Histórico de San Salvador

Mendoza-López Y.S.

Estudiante tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, E-mail: greengirl_31@hotmail.com

Alfaro-Cruz R.I.

Estudiante tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. E-mail: vetcenter.2011@hotmail.com

Ruano-Iraheta C.E.

Docente director, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. E-mail: cruano33@yahoo.com

Castro- Menjivar J.A.

Docente director, Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
E-mail: Jorcel_vet@yahoo.com

Resumen

Con el fin de conocer la calidad de leche de cabra y determinar la presencia o ausencia de mastitis subclínica en los alrededores de los mercados y plazas ubicados en el centro histórico del municipio de San Salvador; lugares en donde se suele comercializar leche de cabra sin conocer su situación zoonosanitaria, se realizó este estudio durante los meses de diciembre de 2016 a julio de 2017. Las muestras de leche a estudiar fueron tomadas de cabras de diferentes edades, razas y números de partos; pero con niveles de producción similares entre cada punto de venta. Por lo cual, se decidió aplicar un muestreo aleatorio estratificado en 6 puntos de venta o estratos, representando el 60% del total de la producción del Centro Histórico. Cada semana se visitaron 3 puntos de venta recolectando de 2 a 4 muestras por lugar. Antes de la recolección se practicaron pruebas de CMT a cada muestra. Por semana se recolectaron entre 14 y 16 muestras, haciendo un total de 90. Las muestras se colocaron en botes estériles y se realizó un cultivo en laboratorio para identificar agentes causales; además a cada muestra se le realizó la prueba de reductasa para conocer la calidad bacteriológica de leche distribuida. Se obtuvieron los siguientes resultados: el 13.33% de animales en estudio tienen mastitis subclínica y el mayor agente etiológico causal de la enfermedad es *Staphylococcus* spp., seguido de *Escherichia coli*. Las conclusiones más relevantes fueron que unas de las causas de mastitis subclínica en la zona en estudio fueron la deficiencia de higiene del ordeño y la falta de ordeño completo. Si los niveles de carga bacteriana en leche son muy altos puede llegar a desencadenar enfermedades por ingesta a los consumidores y el 70% de leche que es comercializada en la zona es categoría "A" según la prueba de reductasa.

Palabras clave: Mastitis subclínica en cabras, Centro histórico de San Salvador, Prueba de CMT, Prueba de reductasa, *Staphylococcus* spp., *Escherichia coli*.

Abstract

In order to know the quality of goat's milk and determine the presence or absence of subclinical mastitis in the surroundings of the markets and plazas located in the historic center of the municipality of San Salvador; places where goat's milk is usually sold without knowing its zoonosanitary situation, this study was carried out during the months of December 2016 to July 2017.

The samples of milk to be studied were taken from goats of different ages, races and numbers of births; but with similar production levels between each point of sale. Therefore, it was decided to apply stratified random sampling in 6 points of sale or strata, representing 60% of the total production of the Historic Center. Each week 3 points of sale were visited, collecting 2 to 4 samples per place, before the collection, CMT tests were performed on each sample. Weekly, between 14 and 16 samples were collected, making a total of 90. The samples were collected in sterile containers and a culture was performed in the laboratory to identify causative agents; In addition, each sample was subjected to the reductase test to determine the bacteriological quality of the milk distributed. The following results were obtained: 13.33% of the animals under study have subclinical mastitis and the major causal etiologic agent of the disease is *Staphylococcus* spp., followed by *Escherichia coli*. The most relevant conclusions were that one of the causes of subclinical mastitis in the study area was the deficiency of milking hygiene and the lack of complete milking. If the levels of bacterial load in milk are very high, it can lead to illnesses due to intake to consumers and 70% of milk that is marketed in the area is category "A" according to the reductase test.

Key words: Subclinical mastitis in goats, Historic Center of San Salvador, CMT test, Reductase test, *Staphylococcus* spp., *Escherichia coli*.

Introducción

La caprinocultura en la actualidad es uno de los rubros zootécnicos menos desarrollados en El Salvador, debido a esto existe poco conocimiento y tecnología alrededor de su explotación. Los productores que trabajan en este rubro, en su mayoría son personas de escasos recursos del área rural (Cuellar *et al.* 2011).

En El Salvador se cuenta con 6.986 cabezas contabilizadas hasta el 2008 (DIGESTYC 2008) de las cuales se desconoce en totalidad su situación zoonosanitaria. Por ende, no se consigue asegurar la calidad microbiológica de leche que estas poseen y si se encuentran libres o no de enfermedades de importancia como la mastitis subclínica; generando así, una posible duda sobre lo que realmente consume la población. Además, a ello sumamos la falta de pasteurización de la leche lo cual trae consigo consecuencias lamentables para los que consumen el producto (FDA 2015).

Mantener una buena salud en un rebaño caprino es esencial para producir leche de alta calidad. Enfermedades como la mastitis subclínica tienen un impacto directo sobre la calidad de la leche producida y frecuentemente, la producción animal sufre pérdidas debido a la falta de un diagnóstico integral y oportuno (IICA 1996).

La mastitis subclínica es común en el ganado productor de leche, encuestas de rebaños lecheros caprinos indican que la enfermedad puede ocurrir en un 15 a 20% de animales lactantes (Pugh 2002).

En 1989 en la Universidad de El Salvador se realizó un estudio denominado: “Situación zoonosanitaria con especial referencia a mastitis clínica y subclínica de la población caprina en el municipio de Pasaquina, La Unión”. En el cual se tomaron 70 muestras de leche, dando como resultado que el 100% de muestras fueron positivas a mastitis subclínica de acuerdo a la prueba de CMT, identificando que los agentes causales de dicha enfermedad eran *Staphylococcus pyogenes* y *Streptococcus spp.* (Álvarez *et al.* 1989).

Por lo anterior, esta investigación determinó la presencia de mastitis subclínica en cabras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de San Salvador a través de la prueba de CMT en leche y su calidad microbiológica a través de la prueba de reductasa. Esto servirá para concientizar a la población sobre la importancia de salud en rebaños caprinos que comercializan su leche para consumo humano, y que se puede volver un foco epidemiológico si no se toman medidas del caso; dejando así un precedente científico con datos que puedan ser utilizados en salud pública.

Materiales y métodos

Ubicación, duración y unidades experimentales

La investigación se realizó en diferentes puntos del centro histórico del municipio de San Salvador donde se comercializa leche de cabra todas las mañanas. El Centro Histórico se encuentra situado en el departamento de San Salvador, El Salvador, con un total de 316,090 hab. (DIGESTYC 2014). Limita al norte con avenida Independencia y Bulevar Venezuela, al sur con el Barrio La Vega y al poniente con Barrio La Vega y Parque Cuscatlán.

La investigación inició el día 12 de junio del 2017 con la primera toma de muestras y la realización de la prueba de California Mastitis Test (CMT), colocando cantidades iguales de reactivo y leche (2 ml) en las cavidades de una paleta de plástico (Ver metodología de campo); de cada cabra se obtuvieron 2 muestras, una por cada teta. Posteriormente se tomaron más muestras durante 6 semanas, hasta obtener un total de 90 muestras, luego las que resultaron sospechosas a CMT fueron llevadas al laboratorio del Ministerio de Agricultura y Ganadería y al laboratorio del Ministerio de Salud para realizar siembras en medios de cultivos en el primer laboratorio y realizar la prueba de Reductasa en el último para conocer la calidad bacteriológica de la leche en estudio. Finalizando el día 22 de julio del 2017 con una entrevista a cada productor.

Metodología de campo

La fase de campo se dividió en 6 muestreos, realizando uno cada lunes a tres puntos de venta y la siguiente semana a otros 3 lugares diferentes, es decir, que se llegó a cada punto cada 15 días; obteniendo 3 muestreos por cada punto de venta en la sexta semana.

Únicamente se realizaron 3 muestreos por día porque estas muestras debían ser procesadas en el laboratorio antes de las 9:00 a.m., según indicaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Se recolectó de manera aleatoria por estrato cada muestra de leche de una sola teta de cada cabra y luego de la otra teta, en depósitos estériles de 90 ml (Fig. 1). Cada cabra fue identificada con un número correlativo para facilitar su identificación. El ordeño fue directo al depósito estéril sin intermedios para evitar la contaminación de la muestra. Luego cada bote fue debidamente identificado y colocado en una hielera con una temperatura aproximada de 3 a 4°C que ayudo a su conservación para el traslado.

Durante la recolección de la muestra se observaron aspectos importantes del ordeñador como limpieza personal, forma en la que ordeña y si provoca o no maltrato al hacerlo; además de aspectos básicos de limpieza en las tetas, si realiza descarte de las primeras extracciones, o si sella los pezones luego del ordeño.

Antes de la recolección de cada muestra, se practicó una prueba de CMT a cada cabra de la cual se tomaría muestra. Para realizar la prueba se utilizó una prueba comercial o Kit donde se colocan cantidades iguales de leche y reactivo (2 a 3 ml) en las cavidades de la paleta plástica y con la ayuda de movimientos circulares se mezclan la leche y el reactivo. La solución una vez lista se coagula adquiriendo una forma de gelatina con apariencia de moco visible; donde el detector de pH se vuelve de color púrpura oscuro en la leche alcalina y bronceado a amarillo en la leche ácida.

Metodología de laboratorio

Esta fase se llevó a cabo en el laboratorio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y en uno de los laboratorios del Ministerio de Salud (MINSAL); para la identificación de agentes microbiológicos se realizó lo siguiente: se esterilizó el medio a 15 PSI por treinta minutos. Luego se identificaron dos placas Petri estériles, con Agar Sangre para identificar *Staphylococcus* spp., dos con Agar Baird Parker para identificar la presencia de *Staphylococcus aureus*, y dos con Agar McConkey para determinar la presencia de *Escherichia coli*; cada una fue marcada con la fecha y el tipo de muestra.

Cada caja Petri, se inoculó con 1 ml de la muestra de leche indicada en la etiqueta previamente colocada en ella y se realizó la siembra por agotamiento en cada uno de los medios. Las placas Petri fueron incubadas a temperatura de 35 – 37 °C durante 24 horas, en el caso del Agar sangre y Agar McConkey y 48 horas para el Agar Baird Parker. Finalmente se observaron las colonias obtenidas. De no observarse un crecimiento definido las muestras se dejaron por 24 horas más para luego emitir su resultado.

Mientras que para la prueba de Reductasa, el procedimiento fue medir exactamente 10 cc de leche de cabra con jeringas estériles y descartables; una jeringa por cada muestra, luego se vertieron asépticamente en tubos de ensayo, 3 tubos por muestra.

Se utilizó la misma jeringa para las repeticiones (3 de cada una). Se agregó 1 cc de la solución de azul de metileno a cada muestra; se tuvo el cuidado de no introducir la pipeta en la leche ni mojar la pared interna del tubo.

Posteriormente se tapó el tubo con un tapón de goma y se calentó en baño maría a $37 \pm 0,5$ °C durante un tiempo no mayor de 5 min. Después, se invirtió el tubo varias veces hasta homogeneizar su contenido e, inmediatamente, se colocó verticalmente en el baño de agua a $37 \pm 0,5$ °C, protegiéndolo de la luz solar o artificial, para la incubación. Se repitió la inversión cada media hora, y se tomó como tiempo de reducción el intervalo transcurrido desde la puesta en incubación hasta que la mezcla de leche con azul de metileno se decoloró totalmente. Una vez obtenidos todos los resultados, el tiempo de reducción se comparó con el reglamento de leche cruda de vaca.

Metodología estadística.

Se aplicó el muestreo aleatorio estratificado para determinar el número de muestras que se tomaron de cada estrato. Como el número de animales es diferente en cada estrato se decidió cumplir con la aplicación de la fórmula $n = NZ^2pq/D^2(N-1) + Z^2pq$; donde $n=1$ y $n_i = n \cdot (N_i/N)$; en el cual n_i para $L_1=4$, $L_2=2$, $L_3=2$, $L_4=2$, $L_5=2$ y $L_6=3$. Luego se aplicó un muestreo aleatorio simple para tomar las muestras de leche por estrato. El resultado de $n_i=n$ fue multiplicado por 2 para poder obtener una muestra por cada teta. Además, con el fin de obtener una mayor representatividad en el número muestral, se determinó realizar dos recolecciones más por punto de venta. Al unir el total de muestras se obtuvo un número final de 90 muestras que representa el 60% del número total de animales en la zona.

Las variables descriptivas dependientes del estudio fueron:

Diagnóstico de Mastitis Subclínica

Esta variable se determinó realizando la prueba de CMT a cada una de las 90 muestras de leche de cabra.

Porcentaje de cabras con Mastitis Subclínica

Al realizar la prueba de CMT se determinó el porcentaje de la enfermedad mediante la siguiente fórmula: (Total casos positivos/Total población muestreada) * 100.

Microorganismos aislados de las cabras con Mastitis Subclínica

Se inició con una siembra en 3 placas diferentes de cada una de las muestras que resultaron sospechosas a CMT, luego durante el cultivo se produjo un crecimiento y se identificaron el o los agentes causantes de la Mastitis subclínica.

Tiempo de reducción de azul de metileno

Se realizó una prueba de Reductasa, la cual indicó la carga bacteriológica de leche obtenida según el tiempo de reducción de azul de metileno.

Relación entre presencia de Mastitis Subclínica y Factores: manejo, higiene en el ordeño y medio de transporte.

Mediante un documento de evaluación simple (encuesta) y entrevista personal se entrelazaron el método de ordeño y las condiciones de transporte de cada punto de venta con los resultados positivos a mastitis subclínica.

Resultados y discusión

Prueba de CMT

La prueba de CMT realizada a cada una de las tetas de las cabras en producción de los diferentes puntos de venta mostró una tendencia a mastitis subclínica en 6 muestras; (cuadro 1). La prueba se realizó para ambas tetas en cada una de las cabras, en la mayoría de ocasiones una teta resultó sospecha mientras la otra no. Por tanto, si la leche de una ubre contiene puntuaciones marcadamente más altas en CMT en comparación con el resto de tetillas, un diagnóstico de mastitis subclínica es justificado y debe realizarse un cultivo para complementar el diagnóstico (Pugh 2002). Por lo cual las 6 muestras fueron llevadas al laboratorio para ser procesadas y poder afirmar el caso de mastitis subclínica. De un total de 90 muestras 84 resultaron negativas y 6 positivas a mastitis subclínica con la prueba de CMT. En el lugar L1 o parque Hula-Hula se observó una tendencia de negatividad a mastitis en las 24 muestras tomadas.

Lo cual es producto de sus prácticas higiénicas de ordeño como aseo personal, manos limpias, los animales no están en contacto con sus excretas y de un manejo adecuado del ordeñador a sus animales como se logró observar durante los muestreos; catalogándolo como el mejor punto de venta.

A diferencia del lugar L2 o mercado Ex cuartel donde se observó poca higiene durante el ordeño y falta de aseo personal, lo cual se tradujo a que 4 de sus 12 muestras mostraron mastitis subclínica clasificándolo como el peor lugar en estudio. El lugar L4 y L6 solo obtuvieron una muestra positiva a mastitis de un total de 12 y 18 muestras respectivamente; esto puede atribuirse al tipo de rutinas higiénicas que proporcionan a sus animales.

Cuadro 1. Aplicación de Prueba CMT según lugar y semana de muestreo

Lugar de Muestreo	Semana de muestreo	Nº animales muestreados	Nº muestras obtenidas	Nº muestras sospechosas a CMT	Nº muestras negativas a CMT
L1= Parque Hula-Hula	1º	4	8	0	8
	2º	4	8	0	8
	3º	4	8	0	8
L2= Mercado Ex Cuartel	1º	2	4	1	3
	2º	2	4	2	2
	3º	2	4	1	3
L3= Parque Infantil	1º	2	4	0	4
	2º	2	4	0	4
	3º	2	4	0	4
L4= Mercado Sagrado Corazón	1º	2	4	0	4
	2º	2	4	1	3
	3º	2	4	0	4
L5= Mercado Central (Escuela Santa Lucía)	1º	2	4	0	4
	2º	2	4	0	4
	3º	2	4	0	4
L6= Mercado Central (Cementerio General)	1º	3	6	0	6
	2º	3	6	1	5
	3º	3	6	0	6
Total		45	90	6	84

La prueba de CMT es de las pruebas más rápidas y seguras que existen para determinar una mastitis subclínica (Figuroa *et al.*1984). Lo cual quedó comprobado durante la fase de campo ya que era muy sencillo poder interpretar la viscosidad o la ausencia de la misma en las muestras.

Porcentaje de cabras con mastitis subclínica

Del total de puntos de venta muestreados en el Centro Histórico de San Salvador se determinó que 6 muestras poseen carga bacteriana que desencadena una serie de casos de mastitis subclínica; determinadas a través de CMT y en cultivos de laboratorio, de un total de 45 cabras. De estas 6 muestras 4 fueron en el lugar L2 o mercado Ex cuartel y 1 en el lugar L4 o mercado Sagrado corazón y la última en el lugar L6 o Mercado central 2.

Con la ayuda de la fórmula para determinar el porcentaje de cabras con Mastitis subclínica se determinó que 13.33% ($6/45=0.1333*100$) de los animales en estudio posee mastitis subclínica. Un porcentaje que debe de ser alarmante para los caprinocultores tomando en cuenta que la presencia de mastitis subclínica es de 15 a 40 veces más prevalente que la forma clínica (Flores 2012). Lo que indica que la salud de sus rebaños se encontrara comprometida y afectara sus ganancias por perdidas económicas.

Identificación de microorganismos causantes de Mastitis subclínica

Al realizar el cultivo de las 6 muestras positivas en la prueba de CMT, se logró identificar al menos 2 agentes patógenos asociados a la presencia de mastitis subclínica (Cuadro 2) en 3 de los 6 lugares en estudio.

Los resultados determinan la presencia de mastitis subclínica, asimismo se confirmó a través de los crecimientos de microorganismos en placa que la enfermedad es provocada por *Staphylococcus* spp. y *Escherichia coli* dos de los agentes más comúnmente causantes de esta enfermedad según Merck (2000). Siendo *Staphylococcus* spp. el más importante patógeno causante de mastitis en la mayoría de los rebaños. (Shearer 2003).

Merck (2000), menciona que los estafilococos son prevalentes y parecen causar infecciones persistentes que dan lugar a recuentos celulares incrementados y mastitis subclínica de bajo grado con algunos episodios clínicos recurrentes. Por lo cual, se vuelve muy lógico que durante este estudio los dos patógenos antes mencionados sean los causantes de mastitis. Además, los resultados son parecidos a los reportados en otro estudio en leche de cabra, en el cual *Staphylococcus* spp. se encuentra en un porcentaje de 11% y *Escherichia coli* en 1.6% del total de muestras (Palma 2012).

Staphylococcus spp. también fue reportado por Álvarez (*et al.* 1989), en La Unión y sin duda seguirá afectando a la mayoría de caprinocultores y ganaderos del país. Desde el punto de vista sanitario es de gran importancia ya que los estafilococos pueden provocar enfermedades o intoxicaciones en los humanos. *S. aureus* por ejemplo, produce una exotoxina que causa fuertes trastornos intestinales en los humanos (Palma 2012).

Otros agentes que fueron aislados fueron *Leuconostoc mesenteroides* y *Lactococcus cremoris*; pero estos no tienen relevancia en el estudio ya que ambos no son causantes de mastitis, sino que son bacterias encargadas de la fermentación de la leche o mejor conocidas como BAL. Estos organismos comprenden un caldo de bacterias Gram positivas y su característica común es la producción de ácido láctico (Palma 2012). Algunas especies

Cuadro 2. Resultados de cultivos en laboratorio para muestras sospechosas en CMT

Lugar de muestreo	Muestras sospechosas a CMT	Especies Identificadas por muestra		
		<i>Staphylococcus</i> spp.	<i>E. coli</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> y <i>Lactococcus cremoris</i>
L2= Mercado Ex Cuartel	4	Muestra 1 Muestra 3	Muestra 3 Muestra 4	Muestra 4
L4= Mercado Sagrado Corazón	1	-----	Muestra 4	-----
L6= Mercado Central (Cementerio)	1	Muestra 4	-----	-----
Total	6			

producen polisacáridos, que aumentan la viscosidad de la leche cambiando su textura como *Lactococcus cremoris* (Heer 2007). Así que no es extraño el aislamiento de este tipo de microorganismos en muestras provenientes de productos lácteos.

Prueba de Reductasa

En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos en el primer punto de venta el Parque Hula- Hula (L1). Donde se observa que durante todas las pruebas sus resultados fueron negativos. Sin duda debido a sus buenas practicas higiénicas de ordeño observadas durante el estudio.

Cuadro 3. Resultados de Prueba de reductasa Parque Hula-Hula

Nº de muestreo (Fecha)	Parque Hula-Hula					
	Muestra Teta Derecha	Tiempo reducción	Resultado	Muestra Teta Izquierda	Tiempo reducción	Resultado
1º (12-06-17)	L1C1	+6h	Negativo	L1C1	+6h	Negativo
	L1C2			L1C2		
	L1C3			L1C3		
	L1C4			L1C4		
2º (26-06-17)	L1C5	+6h	Negativo	L1C5	+6h	Negativo
	L1C6			L1C6		
	L1C7			L1C7		
	L1C8			L1C8		
3º (10-07-17)	L1C9	+6h	Negativo	L1C9	+6h	Negativo
	L1C10			L1C10		
	L1C11			L1C11		
	L1C12			L1C12		

Nota: L= Lugar de venta; C=número de cabra muestreada

En el Cuadro 4 se muestran los resultados que se obtuvieron en el segundo punto de venta el mercado Ex cuartel (L2). Donde se observa que de 12 muestras 8 resultaron positivas a la reducción de azul de metileno. Clasificándolo como el lugar con mayor carga bacteriana en leche; resultado sin duda, debido a las deficiencias mostradas en técnicas de higiene que afectan la carga bacteriana de las muestras y por ende su calidad (Arauz 2011).

Cuadro 4. Resultados de Prueba de reductasa Mercado ex cuartel

Mercado Ex Cuartel						
N° de muestreo (Fecha)	Muestra Teta Derecha	Tiempo reducción	Resultado	Muestra Teta Izquierda	Tiempo reducción	Resultado
1° (12-06-17)	L2C1	1h50min	Positivo	L2C1	+6h	
	L2C2			L2C2	1h21min	
2° (26-06-17)	L2C3			L2C3	1h30min	Positivo
	L2C4	+6h	Negativo	L2C4	1h12min	
	L2C5			L2C5	1h	
3° (10-07-17)	L2C6	1h12min	Positivo	L2C6	1h12min	

Nota: L= Lugar de venta; C=número de cabra muestreada

En el Cuadro 5 se observan los resultados del tercer punto de venta el Parque Infantil (L3). Donde se aprecia que durante todas las pruebas sus resultados fueron negativos, esto es debido a la implementación de buenas prácticas de ordeño por parte del propietario del lugar.

Cuadro 5. Resultados de Prueba de reductasa Parque Infantil

Parque Infantil						
N° de muestreo (Fecha)	Muestra Teta Derecha	Tiempo reducción	Resultado	Muestra Teta Izquierda	Tiempo reducción	Resultado
1° (12-06-17)	L3C1			L3C1		
	L3C2			L3C2		
2° (26-06-17)	L3C3			L3C3		
	L3C4	+6h	Negativo	L3C4	+6h	Negativo
	L3C5			L3C5		
3° (10-07-17)	L3C6			L3C6		

Nota: L= Lugar de venta; C=número de cabra muestreada

En el Cuadro 6 y Cuadro 7 se observan los resultados del cuarto punto de venta el mercado Sagrado corazón (L4) y el mercado Central (L5). Donde se aprecia que durante todas las pruebas sus resultados fueron negativos, al igual que ocurre en el lugar L1 y L3.

Cuadro 6. Resultados de Prueba de reductasa Mercado Sagrado corazón

Mercado Sagrado Corazón						
N° de muestreo (Fecha)	Muestra Teta Derecha	Tiempo reducción	Resultado	Muestra Teta Izquierda	Tiempo reducción	Resultado
1° (19-06-17)	L4C1			L4C1		
	L4C2			L4C2		
2° (3-07-17)	L4C3			L4C3		
	L4C4	+6h	Negativo	L4C4	+6h	Negativo
	L4C5			L4C5		
3° (17-07-17)	L4C6			L4C6		

Cuadro 7. Resultados de Prueba de reductasa Mercado Central 1

Mercado Central (Frente Escuela Santa Lucía)						
N° de muestreo (Fecha)	Muestra Teta Derecha	Tiempo reducción	Resultado	Muestra Teta Izquierda	Tiempo reducción	Resultado
1° (19-06-17)	L5C1			L5C1		
	L5C2			L5C2		
2° (3-07-17)	L5C3			L5C3		
	L5C4	+6h	Negativo	L5C4	+6h	Negativo
	L5C5			L5C5		
3° (17-07-17)	L5C6			L5C6		

En el Cuadro 8 se muestran los resultados que se obtuvieron en el sexto y último punto de venta el mercado Central 2 (L6). Se observa que del total de sus 18 muestras 3 de ellas resultaron positivas a la reducción de azul de metileno; es decir, que cambiaron de color debido a la multiplicación de enzimas que reducen el azul de metileno (García *et al.* SF) dado por una gran cantidad de presencia bacteriana (Arauz 2011). De las 90 muestras en estudio, en 79 muestras de leche no se observó ningún cambio luego de al menos 6 horas en Baño María, lo que indica que la población bacteriana no es alta ya que la rapidez con que cambia de color está en función de la población bacteriana y, por ello, puede ser un índice del grado de contaminación de la leche (García *et al.* SF). Sin embargo, en 2 puntos de ventas (mercado Ex cuartel y mercado Central 2) hubo virajes de color de 11 muestras entre sí.

Cuadro 8. Resultados de Prueba de reductasa Mercado Central 2

N° de muestreo (Fecha)	Mercado Central (Cementerio General)					
	Muestra Teta Derecha	Tiempo reducción	Resultado	Muestra Teta Izquierda	Tiempo reducción	Resultado
1° (19-06-17)	L6C1	+6h	Negativo	L6C1	+6h	Negativo
	L6C2			L6C2		
	L6C3			L6C3		
2° (3-07-17)	L6C4	1h40min	Positivo	L6C4	1h36min	Positivo
	L6C5			L6C5		
	L6C6			L6C6		
3° (17-07-17)	L6C7	+6h	Negativo	L6C7	+6h	Negativo
	L6C8			L6C8		
	L6C9			L6C9		

Nota: L= Lugar de venta; C=número de cabra muestreada

Comparación de la Prueba de Reductasa

Los datos obtenidos en la prueba de reductasa para leche de cabra cruda muestran que en 4 de los 6 puntos de venta hay tiempos de viraje que clasifican las muestras de leche como calidad A. Pero también es importante resaltar que el que se catalogó como el peor lugar de venta (mercado Ex cuartel) en las pruebas de CMT, también resultó con el peor grado de calidad de leche.

Esto es debido a que la prueba evalúa la calidad higiénico- microbiológica de la leche y todas las observaciones realizadas a este punto de venta muestran que tiene una deficiencia en la higiene tanto del lugar como del ordeñador; además mastitis subclínica conduce a una alteración significativa de los componentes químicos; como la grasa, proteína, lactosa y contenido de los minerales. De acuerdo con algunos estudios y el Consejo Nacional de Mastitis de los Estados Unidos; la composición de la leche se altera drásticamente; afectando y reduciendo su calidad (Arauz 2011) (Flores 2012).

Esto no sucede en otros estudios como por ejemplo una investigación realizada en seis ganaderías lecheras en Sonsonate, donde se evaluó la relación entre el resultado de la prueba de california para mastitis y las características físico- químicas y microbiológicas de la leche; obteniendo que los valores finales en la prueba Reductasa para leche muestran tiempos de viraje que en general las clasifican como calidad A en la mayoría de casos, independientemente del grado de mastitis de las vacas.

Incluso en las muestras positivas a CMT hubo una reacción de seis horas o más en la gran mayoría de los casos. Por tanto, los grados de calidad de la leche son independientes a los resultados obtenidos en CMT (Fuentes *et al.*, 2016).

Pero la sola presentación de estos datos no basta para relacionarlos con que tan alta o baja puede ser su carga bacteriana. Por lo tanto, es necesario basar la interpretación de los datos en la clasificación de la Norma Salvadoreña para la Leche Cruda de Vaca, donde existen categorías A, B y C para la leche. Fue necesario aplicarla porque en el país no existe una norma para leche cruda de cabra. El Grado A es igual a 6 horas o más en el cambio de color por la reacción del azul de metileno y en cuanto a la cantidad de bacterias presentes es menor o igual a 300,000 bacterias/ml; Grado B equivale a 4 horas y menos de 6 horas en el viraje de color y mayor a 300,000 y menor o igual a 600,000 bacterias/ml y Grado C es igual a menos de 4 horas en el viraje de color por la reacción del azul de metileno y mayor de 600,000 y menor de 900,000 bacterias/ml (CONACYT 2017). Tomando en cuenta lo anterior la leche obtenida se puede clasificar de la siguiente manera (Fig. 1).

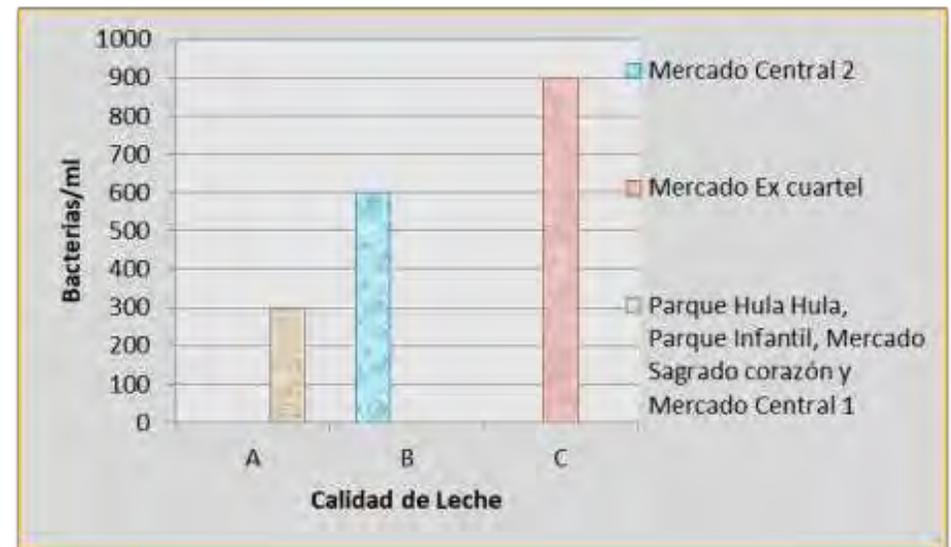


Figura 1. Clasificación de la Leche según la Norma Salvadoreña para leche cruda

Prácticas de higiene antes, durante el ordeño, transporte y su relación con Mastitis Subclínica.

Se observó la rutina de limpieza que realiza el ordeñador en cada punto de venta antes y durante el ordeño; así como también la limpieza que realizan en el medio de transporte y el método usado para que las cabras no se encuentren en contacto con sus excretas (cuadro 9) y como todo este conjunto de acciones favorece o no la presencia de mastitis subclínica en sus cabras.

Cuadro 9. Presencia de mastitis subclínica según el lugar y sus practicas de limpieza antes y durante el ordeño

Lugar	Prácticas de higiene durante ordeño y traslado												Presencia de Mastitis Subclínica	
	Limpieza de ubre		Ordeñador limpio		Descarte 1° extracción		Técnica de ordeño		Transporte limpio		Presencia de cama		Si	No
	No	Solo agua	Si	No	Si	No	Fuerte y Traumática	Suave y Adecuada	Si	No	Si	No		
L1	X		X			X				X		X		X
L2	X			X		X	Si				X		X	X
L3		X	X			X		Si		X		X		X
L4		X	X			X		Si	X		X			X
L5		X	X			X		Si	X		X			X
L6	X			X		X		Si	X			X	X	X
Total	3	3	4	2		6	1	5	4	2	3	3		
Total lugares con mastitis subclínica													3	

En 2 de los puntos de venta no realizaron el lavado de la ubre antes de cada ordeño, además se observó el ordeñador sucio; dos condiciones que facilitan la presencia de microorganismos patógenos, ya que las manos del ordeñador pueden convertirse en vectores mecánicos de patógenos causantes de mastitis clínica y subclínica (Gonzales Cháves 2015). Independientemente del tipo de ordeño, la atención más estricta debe estar puesta en la sanitización de la ubre, que tiene como objetivo, asegurar la calidad de la leche y proteger a la cabra lechera contra infecciones durante el ordeño (Figuroa Valenzuela 2005). Al comparar estas dos deficiencias de prácticas higiénicas con los resultados de presencia de mastitis, se encuentran relacionadas; ya que en ambos lugares se identificó la presencia de mastitis subclínica en prueba de CMT y se confirmó en laboratorio con el crecimiento en placa.

Otros de los factores que se observó durante la investigación fue la falta de buenas prácticas de ordeño, resaltando la falta de descarte de la 1° extracción y la forma en la que realizan el ordeño. Se deben eliminar los 2 ó 3 primeros chorros de leche ordeñados ya que tienen muchos microbios y además se deben de examinar 1 ó 2 chorros siguientes sobre un tarro de fondo oscuro para ver si hay alteraciones en la leche (grumos, coágulos, etc.) que indiquen el comienzo de mastitis (PESA SF).

El mercado Ex cuartel es el único lugar de venta que realiza una forma de ordeño fuerte y traumática sobre sus cabras, lo cual favorece a la presencia de mastitis subclínica por el maltrato que se brinda a la ubre; así mismo, otra deficiencia por parte de todos los productores es la falta de descarte de la primera extracción.

El último factor ligado a la presencia de la mastitis subclínica en las cabras en estudio, es la limpieza en el medio de transporte y la presencia o ausencia de un método de recolección de excretas y orines, como lo es una cama de colcho, colocada en la parte posterior del camión o pick-up; lugar donde pasan la mayor parte del tiempo las cabras tanto en la movilización hacia sus puntos de venta como estando ya en los mismos; un factor que puede ser determinante para el contagio de microorganismos patógenos por parte del ambiente o contacto permanente de sus desechos. Esto coincide con lo descrito por Shearer (*et al.* 2003).

Se encontraron 3 condiciones, la primera es la falta de limpieza del transporte junto a la ausencia de cama, la segunda es la práctica de limpieza del vehículo y presencia de cama y la última es la limpieza del vehículo sin presencia de cama (Fig. 2). Donde en la primera condición se encuentran el Mercado Ex cuartel y el Parque Infantil; mientras que el Parque Hula Hula, el mercado Sagrado Corazón y el mercado Central 1 si presentaban limpieza del vehículo y presencia de cama y el mercado Central 2 si se manifestaba que realizaba una limpieza del

vehículo, pero no contaba con una cama para facilitar la recolecta de las excretas. Por tanto, el mercado Ex cuartel fue el peor punto de venta con las deficiencias de buenas prácticas de higiene y manejo lo cual se manifestó en la presencia de mastitis subclínica en 4 de sus 12 muestras de leche.

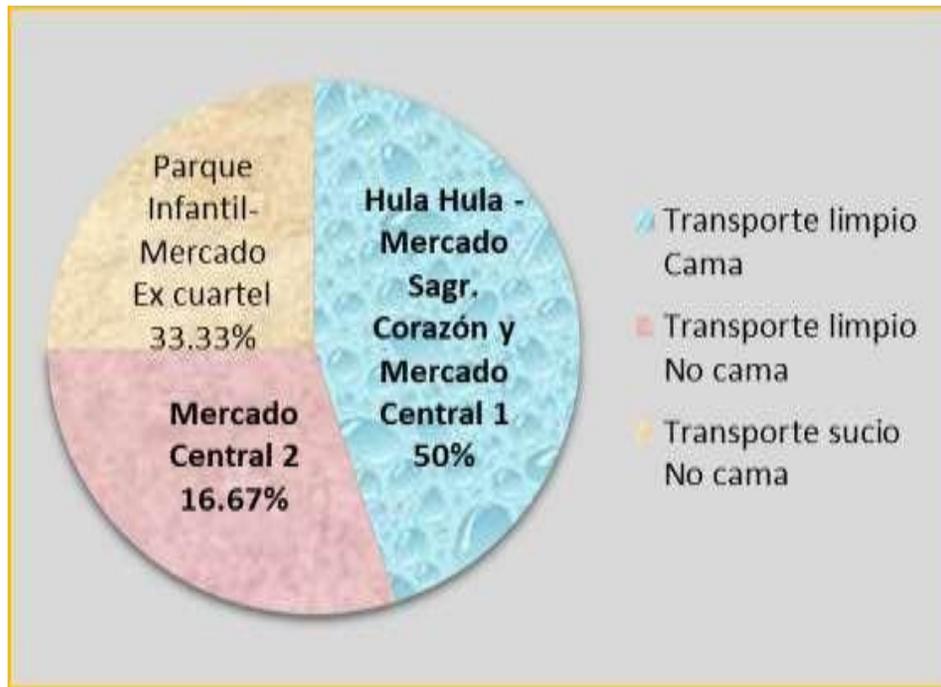


Figura 2. Porcentajes de puntos de venta con medidas de limpieza en el transporte y presencia de cama para excretas.

Conclusiones

El 13.33% de la leche que se comercializa en el centro histórico de San Salvador posee mastitis subclínica, diagnosticada por medio de la prueba de CMT. Este porcentaje proviene del Mercado Ex cuartel, Mercado Sagrado corazón y Mercado Central 2. Si los niveles de carga bacteriana son muy altos puede llegar a desencadenar enfermedades por ingesta a los consumidores.

En este estudio la presencia de mastitis subclínica se debe a la presencia de microorganismos considerados patógenos y relacionados a la enfermedad; como lo son *Staphylococcus* spp. y *Escherichia coli*.

Algunas de las causas de mastitis subclínica en la zona en estudio fueron la deficiencia de higiene del ordeño y la falta de ordeño completo.

El 70% de la leche que es comercializada en la zona del centro histórico es de clasificación A; según la prueba de reductasa realizada en la investigación.

Recomendaciones

Mejorar las condiciones de transporte, adecuando el número de cabras a transportar; e incorporar una cama de colcho o papel periódico picado para la recolección de heces y orina; proporcionando higiene y mayor confort durante el traslado a los puntos de venta.

Realizar prácticas de limpieza de los pezones antes de cada ordeño y efectuar un ordeño completo y colocar la leche en un contenedor de acero inoxidable que pueda llevarse a una temperatura de conservación de 3 a 4 °C para su posterior comercialización.

Emplear nuevas medidas de comercialización donde no se incluya el transporte de las cabras a los puntos de venta; sino únicamente la leche con medidas de conservación y utilizar puntos de ventas autorizados por el Ministerio de Salud.

Crear un reglamento que regule la comercialización de leche de cabra en el país, donde se tomen puntos críticos como carga bacteriológica, higiene, manejo, selección de punto de venta, entre otros.

Emplear por parte de los consumidores técnicas como la ebullición de leche (hervir) y refrigeración para evitar la transmisión de bacterias que causan enfermedades por ingesta de alimentos crudos.

Bibliografía

- Álvarez Rodríguez, EO.; Ávila Marroquín, LF.; Bermúdez, C. 1989. Situación zoonositaria con especial referencia a Brucelosis, Parasitosis y Mastitis de la población caprina en el municipio de Pasaquina, La Unión, El Salvador. Tesis Ingeniería Agronómica. San Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Zootecnia. 140p.
- Arauz, E.E. 2011. La mastitis subclínica y su influencia en la producción, calidad y economía lechera y medidas de manejo estratégico para su prevención y control apropiado (en línea). Laboratorio de fisiología animal aplicada y producción lechera. Departamento de Zootecnia. CEIA. Consultado el 12-08-2018. Disponible en www.engormix.com/ganaderia/leche/articulos/mastitissubclinica-t28995.htm
- CONACYT. 2017. Norma Salvadoreña Obligatoria de Productos Lácteos: Leche cruda de vaca. NSO 67.01.01:06 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT. San Salvador. El Salvador. P 3-4, 50.
- Cuellar Rodríguez, EE; Morán Ruiz, EE; Rivera Acosta, GA. 2011. Evaluación del baja leche (*EuphorbiaIancifolia*) sobre la producción láctea de cabras encastadas SAANEN. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia. San Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Zootecnia. 134p.
- DIGESTYC. 2014. Dirección General de Estadísticas y Censos. Censo de población y vivienda (en línea). Volumen I: Municipios, características generales: Tomo IV. Consultado el 15-04-2016. Disponible en <http://www.digestyc.gob.sv/>
- DIGESTYC. 2008. Dirección General de Estadísticas y Censos. Censo Agropecuario (en línea): Tomo IV. Consultado el 15-04-2016. Disponible en <http://www.digestyc.gob.sv/>
- FDA. 2015. Food & Drug Administration U.S. Los peligros de la leche cruda: La leche sin pasteurizar puede representar un riesgo grave para la salud (en línea). Department of Health and Human Services. U.S. Consultado el 15-02-2017. Disponible en <http://www.fda.gov/food>.
- Figueroa, M.; Vargas, L.; Mendoza, L.; Acevedo, O.; Chavarría, M.; Fonseca, E.; Maya, E.1984. Enfermedades infecciosas de los animales domésticos en Centroamérica. San José, Costa Rica. EUNED. P 195-211.
- Figueroa Valenzuela, C.; Meda Gutiérrez, FJ.; Janacua Vidales. H. 2005. Manual de Buenas Prácticas en producción de leche caprina. Capítulo 3: Consideraciones de buenas prácticas de producción de leche caprina relacionadas con la inocuidad durante el manejo de la leche. SAGARPA. México. P 22-32.
- Flores Guadarrama, A. 2012. Identificación de *Staphylococcus aureus* en leche de cabras con mastitis clínica en La Laguna de Coahuila. Tesis Medicina Veterinaria. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Unidad Laguna. División regional de Ciencia Animal. Torreón, Coahuila. México. Pág. 10-16.
- Fuentes Cabrera, F.Z.; Mancia Aguilar, B.E.; Portillo Henríquez, B.C. 2016. Relación entre el resultado de la Prueba de California para mastitis y las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche en seis ganaderías lecheras en Sonsonate, El Salvador. Tesis Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Zootecnia. San Salvador, El Salvador. Pág. 46.
- García Martínez, E.; Fuentes López, A.; Fernández Segovia, I. SF. Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana (en línea). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de alimentos. Consultado el 13-02-2018. Disponible en <https://riunet.upv.es>.
- Gonzales Chaves, P. 2015. Manual Buenas Practicas de ordeño. CARITAS-PRA Buenaventura. Arequipa. Perú. P 14.
- Heer, G.E. 2007. Microbiología de la leche. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNL. Tecnología de la leche. Pág. 19.
- IICA. 1996. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Componente de fortalecimiento de los programas de sanidad animal (en línea). Proyecto de Sanidad Agropecuaria. Volumen III. Anexo III.6. P 65. Consultado 13-07-2016. Disponible en <http://www.IICA.com>.

- Merck. 2000. Manual Merck de Medicina Veterinaria. Trad. Translation Company of América. 5a. Ed. Edit. Océano. Madrid, España. P 1132-1040.
- Palma Cancino, P.J. 2012. Identificación molecular de bacterias presentes en leche de cabra producida en Tlalchuy, Ixhuacán de los reyes, Veracruz. Tesis Experiencia Recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa de Enríquez, Veracruz, México. Pág. 84
- PESA. SF. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Guía para el manejo sanitario y reproductivo de las cabras: Principales Requisitos para el manejo sanitario en cabras con propósito lechero. Nicaragua. P 11-19.
- Pugh, DG. 2002. Sheep and Goat Medicine. Chapter 13: DÍseases of the Mamary gland. First Ed. Philadelphia. EE.UU. Saunders Edition. P 340-357.
- Shearer, J.K.; Harris, B.Jr. 2003. Mastitis in Dairy goats (en línea). University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Consultado el 03-08-2018. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/>

Evaluación bromatológica y sensorial de la bebida tipo lácteo elaborada en la planta NUTRAVIDA en Mejicanos, El Salvador, a partir de tres variedades de soya (*Glycine max* L)

Bermúdez-Rivas,VE

Estudiante tesista, Departamento de Fitotecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: vanessabrdz@gmail.com

Hernández-Arias,XY

Estudiante tesista, Departamento de Fitotecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: vxiomy_hdz@hotmail.com

Arias de Linares,AY

Docente Directora, Departamento de Química
Agrícola,
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: yani_linares@hotmail.com;

Orellana-Núñez,MA

Docente Director, Departamento de
Fitotecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: maorellanan@gmail.com

Resumen

La investigación se ejecutó en el periodo de octubre 2015 a marzo 2016; se evaluó bromatológica y sensorialmente la bebida de soya tipo lácteo obtenida a partir de tres variedades de soya (Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua). Se estandarizó el proceso de elaboración de bebida de soya en la planta de NUTRAVIDA considerando factores de tiempos y temperaturas de cocción, cantidades de agua y cantidades de materia prima; se realizaron 5 repeticiones por cada variedad. Se analizaron bromatológicamente el grano de soya, bebida y okara, en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los análisis según el tipo de muestra fueron: contenido de Grasa, Proteína, Ceniza, Calcio, Hierro, Zinc, Fibra, Humedad total, Humedad Parcial y determinación de pH. Los resultados se compararon con la tabla de composición de alimentos del Instituto de nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Los resultados bromatológicos de la bebida de soya se analizaron mediante un diseño estadístico completo al azar con un nivel de significancia del 5%, el cual demostró que las diferencias entre los tratamientos no son estadísticamente significativas. La evaluación sensorial de la bebida de soya se realizó mediante una prueba discriminativa dúo – trío, con un panel de 20 persona, los datos se evaluaron con la fórmula de Chi cuadrado (X^2) Ajustada para 1 gl y 5% de significancia ($p=0.05$), con un valor de tabla igual a $X^2=3.84$, tomando como referencia la variedad Nicaragua, los resultados fueron para Guatemala 1 un $X^2=1.7$, para Guatemala 2 un $X^2=0.1$, indicando que los panelistas no encontraron diferencia significativas al evaluar las bebidas de soya de las tres variedades. Los contenidos de grasa, proteína, calcio hierro y zinc en bebida de soya no presentan diferencias estadísticas significativas en las variedades Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua.

Palabras claves: Soya, bebida de soya, análisis bromatológicos, evaluación sensorial y estandarización de procesos.

Abstract

The research was carried out from October 2015 to March 2016; The dairy soy drink obtained from three soybean varieties (Guatemala 1, Guatemala 2 and Nicaragua) was evaluated bromatologically and sensorially. The soybean brewing process was standardized at the NUTRAVIDA plant considering factors of cooking times and temperatures, amounts of water and quantities of raw material; 5 replicates were performed for each variety. The soybean grain, drink and okara were bromatologically analyzed in Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. According to the type of sample, the analyzes were: Fat, Protein, Ash, Calcium, Iron, Zinc, Fiber, Total Humidity, Partial Humidity and pH determination. The results were compared with the food composition table of Instituto de nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). The bromatological results of the soybean drink were analyzed using a randomized complete statistical design with a significance level of 5%, which showed that the differences between treatments were not statistically significant. The bromatological results of the soybean drink were analyzed using a randomized complete statistical design with a significance level of 5%, which showed that the differences between treatments were not statistically significant. The sensory evaluation of the soybean drink was performed using a two - person discriminant test with a panel of 20 individuals, the data were evaluated using the Chi square formula (X^2) Adjusted for 1 g and 5% significance ($p = 0.05$), with a table value equal to $X^2 = 3.84$, taking as reference the variety Nicaragua, the results were for Guatemala 1 an $X^2 = 1.7$, for Guatemala 2 an $X^2 = 0.1$, indicating that the panelists found no significant difference when evaluating The soy drinks of the three varieties. The contents of fat, protein, calcium, iron and zinc in soybean drink did not present significant differences in the varieties Guatemala 1, Guatemala 2 and Nicaragua.

Key words: Soybean, soybean drink, bromatological analysis, sensory evaluation and processes standardization.

Introducción

La Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) está marcando la agenda mundial, debido al alza de precios de los alimentos que comenzó a afectar la economía internacional. Este incremento es el efecto de pérdidas de cosechas debido a sequías prolongadas y por los precios de los hidrocarburos, generando un impacto a gran escala y afectando a millones de personas alrededor del mundo (Programa Mundial de Alimentos 2008). La soya (*Glycine max* L), originaria del norte y centro de China ha sido y continúa siendo un alimento milenario de los pueblos de Oriente, la expansión a gran escala se efectuó en la cuarta década del siglo XX en Estados Unidos quien desde 1954 hasta la actualidad lidera la producción mundial (Ridner 2006). La baja de los precios de soya generados en el año 2015 se debió al aumento de producción lo cual dio margen a abundantes valores a nivel mundial. En el año 2015 el precio internacional por tonelada de frijol de soya fue de 323.46 a 446.07 USD (ASERCA 2016). La OMS y FAO (2007) mencionan que la soya confiere una excelente calificación como valor máximo que puede alcanzar un alimento proteico por su contenido de aminoácidos. Una dieta que incorpora la soya hasta un 60% del total de proteínas, permite en adultos la misma regeneración muscular luego de un ejercicio físico intenso, que la que aportaría similares cantidades de carne. Tan importante ha sido este reconocimiento que el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), ha permitido que la proteína de soya reemplace en 100% a la proteína animal en el Programa de Almuerzo Escolar (Ridner 2006). El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de alimentos y de sus componentes. Esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de los alimentos, así como la habilidad para producir alimentos que sean consistentemente seguros, nutritivos y deseables para el consumidor (García 2013). El análisis sensorial se emplea en el establecimiento de la diferencia sensorial en casos que se desee saber si un cambio en la formulación al sustituir un ingrediente, o para la comparación de distintos lotes de un mismo producto está afectando la calidad sensorial del producto final (Cordero 2013). Según Ridner (2006) la calidad del grano de soya destinado a la elaboración de alimentos está relacionada con su contenido de aceite y proteína donde el INCAP establece que en 100 gr de soya se encuentra 36.49 g, y de grasa 19.94 g, al evaluar y comparar estos valores con las variedades Nicaragua, Guatemala 1 y Guatemala 2 se encontraron algunas diferencias.

Según Figueroa (2006) la bebida de soya “leche de soya” es un alimento altamente nutritivo muy completo y accesible, además es suplemento ideal para las personas que presentan intolerancia a la lactosa. La bebida de soya conocida bajo el nombre de leche de soya, tiene sus orígenes en Asia Oriental gozando de aceptación y popularidad principalmente en los países occidentales. NUTRAVIDA impulsa el consumo de alimentos de soya desde 1994, iniciando como un programa de pastoral social de la Parroquia Buen Pastor, San Ramón Mejicanos, mediante la elaboración de bebida de soya han beneficiado un poco más de 200 familias de escasos recursos económicos haciendo énfasis en las madres solteras, niños y niñas con desnutrición. A finales del 2007 se fundó la asociación NUTRAVIDA Programa de Soya sin fines de lucro la cual sigue vigente hasta la fecha, esto significa una necesidad constante de materia prima (grano de Soya); en nuestro país se han estudiado diversas variedades de soya que son adaptables al trópico (Orellana et. Al, 2015). Esta investigación se enfoca en la evaluación de tres variedades de soya las cuales son Guatemala 1, Guatemala 2, y Nicaragua; tuvo como objetivo la evaluación bromatológica y sensorial de la bebida tipo lácteo en la planta de NUTRAVIDA obtenida a partir de las tres variedades de soya (*Glycine max*. L).

Materiales y Métodos

Descripción del Estudio

La investigación se desarrolló en el periodo de Octubre de 2015 a Marzo de 2016, con el apoyo del Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y NUTRAVIDA Programa de Soya ubicado en la colonia Santa Juanita, San Ramón, Mejicanos, San Salvador, El Salvador; cuyas coordenadas son 13.731770, -89.220197. Las tres variedades de soya: Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua, fueron para la elaboración de bebida de soya tipo lácteo y la obtención de okara (o pulpa de soya). La investigación fue de tipo exploratoria descriptiva y explicativa.

Metodología de campo

Las variedades en estudio fueron Guatemala 1 y Guatemala 2, esta materia prima se obtuvo por el departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas, y la variedad Nicaragua fue provista por NUTRAVIDA programa de soya.

La metodología de campo considero las siguientes etapas:

La Sistematización del proceso

Para la elaboración de bebida de soya comprendió la descripción y medición de las áreas de la planta (recepción, limpieza, almacenamiento y procesamiento) y el inventario de la maquinaria y recursos disponibles para el procesamiento de la bebida.

La estandarización del proceso para la elaboración de bebida de soya.

Mediante la observación del proceso y la recolección de información (tiempos, temperatura, medidas) se estandarizó el método de elaboración de la bebida de soya aplicada en NUTRAVIDA, considerando factores de medición como: tiempos y temperaturas de cocción, cantidades de agua, cantidades de grano, maquinaria y equipo utilizado. Las etapas consideradas en el proceso estandarizado fueron: remojo del grano, lavado del grano, molienda, cocción, evaporación y extracción de la bebida.

Elaboración del producto aplicando el proceso estandarizado, con los datos obtenidos se elaboró un diagrama de flujo del proceso estandarizado el cual se aplicó para la elaboración de la bebida de soya de las tres variedades en estudio para sus respectivos análisis bromatológicos.

Metodología de laboratorio

La metodología de laboratorio se desarrolló en las siguientes etapas:

análisis físico del grano de soya , análisis bromatológico del grano, bebida y okara de tres variedades

Primero se analizó físicamente el grano de soya de las variedades Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua, determinando el tamaño mediante el método de cribado y el número de granos por peso, utilizando un contador digital de semillas (PFEUFFER C E, Seend Counter). La variable que se midió fue tamaño y peso de los granos de las variedades, en el laboratorio de fitotecnia.

En el cuadro 1 se indica los respectivos análisis bromatológicos que se realizaron para cada muestra de grano, bebida y okara.

Los análisis bromatológicos fueron realizados en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, según lo establecido en los procedimientos del AOAC (1990); Tomando en cuenta el modelo estadístico se realizaron 5 repeticiones para los análisis de la bebida de soya cada repetición contó con duplicado, los análisis realizados fueron: determinación de porcentaje de grasa en bebida

Cuadro 1 Análisis bromatológicos para muestras de soya como grano, bebida y okara.

Análisis de laboratorio	% Grasa	% Proteína	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	% Ceniza	% Humedad	(gr) Fibra cruda	Humedad Total (HT)	Humedad Parcial (HP)	pH
Grano	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Bebida	X	X	X	X	X	X					X
Okara	X	X	X	X	X	X		X	X	X	

mediante el método de babcock, determinación de porcentaje de grasa en grano y okara mediante el método de extracto etéreo; determinación del porcentaje de proteína para grano, bebida y okara mediante el método de kjeldahl; determinación de minerales calcio, hierro y zinc en muestras de grano, bebida y okara por el método de espectrometría de absorción atómica; determinación de pH en bebida, determinación del porcentaje de humedad por el método gravimétrico, fibra cruda en muestras de grano y okara por el método Van Soesp.

Los resultados obtenidos fueron comparados con las tablas de composición de alimentos de Centro América del Instituto de nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Metodología estadística

Una vez estandarizado el proceso de elaboración de bebida de soya en NUTRAVIDA, se procedió a la elaboración de la bebida de soya a partir de las tres variedades en estudio (Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua) durante cinco repeticiones (15 libras por variedad).

Se evaluó la bebida de soya obtenida de las tres variedades de soya en estudio las cuales son Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua, mediante una prueba de evaluación sensorial Dúo-Trío, tomando como referencia la variedad Nicaragua. El panel de prueba se conformó de 20 personas afiliadas al programa y permanentes consumidores de productos de soya. La prueba consistió en evaluar mediante una ficha de catación en grupos de tres muestras de bebidas de soya respectivamente codificadas e identificadas.

El objetivo de la prueba fue que los panelistas identificaran según los códigos la muestra que era igual a la muestra de referencia. A cada participante se le proporciono 10 ml de bebida en depósitos plásticos debidamente codificados, una ficha de catación, un lapicero, un vaso con agua y una galleta simple.

Se analizaron mediante la fórmula Chi-cuadrado (X^2) ajustada para 1 gl (grado de libertad) y 0.05 de significancia, en donde las hipótesis estadísticas eran que las variedades Guatemala 1 y Guatemala 2 eran iguales o diferentes a la referencia variedad Nicaragua.

Para el análisis estadístico de los datos bromatológicos se aplicó un diseño completo al azar con un nivel de significancia del 5% y un valor-p < 0.05, para determinar si existe o no una diferencia significativa en la bebida de las tres variedades Guatemala 1, Guatemala 2 Y Nicaragua en cuanto al contenido de grasa, proteína, calcio, hierro y zinc.

Los datos se analizaron mediante el software Infostat, en donde se demostró si las variables en estudio (grasa, proteína, calcio, hierro y zinc) están produciendo los mismos efectos en los tratamientos (variedades de soya).

Resultados y Discusión

Sistematización de la planta de procesamiento de NUTRAVIDA

La planta procesadora de soya NUTRAVIDA posee un área total de 231.57m². Se dedica a la fabricación de productos a base de soya, pero su producto principal es la bebida de soya tipo lácteo.

Las áreas donde se realiza el proceso de elaboración de bebida de soya son: recepción, limpieza del grano, almacenamiento y procesamiento. El área de recepción es de 12.35 m², se encuentra en un espacio abierto y no está delimitada e identificada, el piso es de cemento y no reúne las condiciones mínimas necesarias. El área de limpieza del grano el área designada para la limpieza del grano es de 12.94 m² y se encuentra continuo a la recepción. Visiblemente no está delimitada. El techo es de lámina galvanizada, el piso es de cemento, dentro del área hay una fuente de agua (chorro), las paredes están pintadas de verde (pintura al aceite), hay una mesa de madera sobre la cual se realiza la limpieza del grano, para lo cual se utilizan bandejas de aluminio. El área designada para el almacenamiento es de 16.39 m². Esta área se encuentra entre el área de limpieza, y procesamiento la cuales tienen el mismo punto de acceso (entrada y salida), delimitadas entre sí por cortinas de PVC transparentes. Cuenta con un lavamanos en la entrada, el piso es de cerámica, el techo de asbesto, las paredes están pintadas de blanco (pintura al aceite). Para almacenar la materia prima e insumos se cuenta con 3 tarimas de madera de 1m² y estantes de aluminio. No hay control de luz, temperatura ambiente (30 °C), y no se controla la humedad relativa. La capacidad de

almacenamiento es de 60 qq de soya, sin embargo, al guardar otros insumos, solamente se almacenan 30 qq como máximo.

El área designada para el procesamiento es de 22.53 m². Se encuentra delimitada por cortinas de PVC transparentes, el piso es de cerámica, el techo de asbesto, las paredes están pintadas de blanco (pintura al aceite). Cuenta con una luminaria de luz fluorescente, un ventilador aéreo, ventanas solares y un extractor de vapor. Se cuenta con cañerías de agua potable, y con maquinaria y equipo de procesamiento. En esta área se procesa la bebida de soya que es destinada a los beneficiarios del programa y la que es comercializada.

Basados en la Norma técnica sanitaria para la autorización y control de establecimientos alimentarios de El Salvador (MSPAS 2004) estas áreas deben cumplir con las condiciones que exige la norma.

Proceso estandarizado para la elaboración de bebida de soya tipo lácteo en NUTRAVIDA.

La documentación de los procesos son la base de la estandarización, en estos se describe desde la recepción hasta el empaque y almacenamiento. Además, los beneficios de la estandarización son obtener una mejor calidad de productos y satisfacer las necesidades de los clientes (Muñoz 2006).

Partiendo de la sistematización se observó y se documentó el método de elaboración de la bebida de soya en NUTRAVIDA el cual se describe a continuación:

Recepción y limpieza del grano

Para el procesamiento de la bebida de soya primeramente se pesó 15 libras por cada variedad, posteriormente se limpió el grano seleccionando manualmente sobre bandejas de acero inoxidable, quedando libre de objetos extraños (piedras, basurilla entre otros).

Remojo del grano

En 20 litros de agua a temperatura ambiente (26 °C) se añadió 300 g de bicarbonato de sodio, y se dejó en remojo las 15 libras de soya por un tiempo de 13 horas.

Lavado del grano

El grano remojado se lavó tres veces con suficiente agua (30 litros) a temperatura ambiente (26 °C), el tiempo promedio para este proceso es 10 min, hasta que el grano queda sin residuos de bicarbonato de sodio.

Molido del grano

El molido del grano se realizó en un molino nixtamalero, la consistencia de la masa debe ser grumosa.

Cocción de la masa

El grano ya molido se sometió a cocción, en 60 litros de agua caliente se deposita la masa mezclando contantemente con una paleta de madera hasta hervir (98 °C).

Tiempo de evaporación

Después de hervir se deja en cocción a fuego lento por 15 min y se espera a que la temperatura alcance los 67 °C para proceder a la extracción.

Extracción de la bebida

Con un prensador manual se extrajo la bebida de soya en un tiempo aproximado de 25 minutos, la cantidad de bebida obtenida fue de 60 litros y 25 libras de okara. La okara se colocó en un recipiente limpio y dejándola enfriar para poder utilizarla en diversos subproductos.

Envasado de la bebida

La bebida destinada a la comercialización se envasa en recipientes plásticos en presentación de 0.75 ml, 1 lt y 1 galón. Para el almacenado de la bebida de soya se debe mantener a una temperatura de 4 a 6 °C.

Uno de los parámetros críticos dentro del procesamiento consiste en desactivar la enzima lipoxigenasa, para tal fin el método Illinois recomienda sumergir los granos en agua caliente durante 20 min, además de la utilización del bicarbonato de sodio (NaHCO₃) durante el remojo del grano, según Gamboa (2007) la utilización del bicarbonato ayuda a la inactivación de esta enzima así mismo mejora el sabor del producto final; NUTRAVIDA únicamente utiliza el bicarbonato durante el remojo del grano por 13 horas, esta práctica ha dado buenos resultados en la calidad de la bebida que presenta un sabor y un aroma suave con buena aceptación por parte de los consumidores.

Evaluación física del grano de soya de tres variedades

Los resultados del tamaño del grano indican que los diámetros de las variedades en estudio Nicaragua, Guatemala 1 y Guatemala 2 fueron de 6.7mm, 4.6 mm y 4 mm respectivamente.

Para la muestra de la variedad Nicaragua con un peso de 229.6 g se obtuvo: que el 83% de granos tiene un tamaño de 6.7mm, un 16% tiene un tamaño de 4.6mm y el 1% tiene un tamaño de 4mm. Para la muestra de la variedad

Guatemala 1 con un peso de 231 g se obtuvo: que el 84% de granos tenían un tamaño de 6.7mm, un 15% tenían un tamaño de 4.6mm y el 1% tenían un tamaño de 4mm. Para la muestra de la variedad Guatemala 2 con un peso de 228.26 g se obtuvo: que el 99% de granos tenían un tamaño de 6.7mm, un 0.64% tenían un tamaño de 4.6mm y el 0.36% tenían un tamaño de 4mm.

El diámetro más representativo en este análisis fue de 6.7 mm para las tres variedades con más del 80% de granos retenidos en el tamiz en base al peso de la muestra analizada. Según Lara (2009) el peso de cien semillas varía de 15 a 30 g. Según la USSEC (2015) una de las características importantes para la clasificación de las variedades de soya es el tamaño del grano, clasificándose como grano grande o grano pequeño, también indica que para la producción de bebida de soya es preferible un grano grande con hilo claro y alto contenido proteínico. En base a estas características físicas se identificó que las variedades tienen granos de buen tamaño con hilo claro a excepción de la variedad Guatemala 2.

En el conteo de granos de soya para una muestra de 100 g de cada variedad, se obtuvo para la variedad Nicaragua 876 granos, de la variedad Guatemala 1 una cantidad de 845, y para la variedad Guatemala 2 un total de 544 siendo esta variedad mayor en tamaño del grano y menor en número de granos. Según USSEC (2015) la selección basada en características físicas del grano de soya no es suficiente para someterla como materia prima en el procesamiento de alimentos; ya que el tamaño y peso de la variedad Guatemala 2 puede considerarse como la más idónea para el procesamiento de bebida, pero es primordial conocer la composición bromatológica del grano en contenido de proteína y grasa.

Resultados bromatológicos del contenido nutricional en grano de soya de tres variedades

La figura 1 muestra los valores promedio de 5 repeticiones de los análisis bromatológicos realizados al grano de soya de tres variedades estudio para porcentaje de grasa, proteína, fibra, humedad total, mg de Ca, Zn, Fe y la desviación estándar entre los datos de cada elemento.

Los resultados obtenidos para contenido de grasa en grano de soya de las tres variedades evaluadas mediante el método de extracto etéreo reportan para la variedad Guatemala 1 un 18.66%, para Guatemala 2, 16.17%, y para Nicaragua un 19.51%, comparando estos con el valor de referencia de un 19.94% según INCAP (2012), la variedad Guatemala 2 obtuvo el menor porcentaje de grasa. El valor de proteína en grano de soya según INCAP

(2012) es de 36.49%, al comparar este valor con los datos obtenidos se observa que las tres variedades sobrepasan el 39% de proteína, siendo para Guatemala1 un 42.63%, para Guatemala 2 un 43.42% y para Nicaragua 39.6%.

Las variedades de soya evaluadas en comparación con el contenido de fibra en otros granos como el frijol rojo (15.2 g), harina de maíz (9.6 g) y sorgo (6.3 g) valores según INCAP (2012), se determina que estas variedades poseen un mayor contenido en fibra, siendo 12.72g para Guatemala 1, 13.61g para Guatemala 2 y 13.48g para Nicaragua. La fibra de soya se conoce como okara y su utilización en la elaboración de alimentos para consumo animal o humano, ofrece grandes beneficios (panadería y formulación de alimentos para ganado).

El contenido de calcio (Ca) en grano de soya según INCAP (2012) es de 277 mg para una muestra de 100 g, comparado con los resultados de las tres variedades en estudio los cuales fueron para Guatemala 1 (479.28 mg), para Guatemala 2 (462.47 mg) y para Nicaragua (618.87 mg), se observa que estos resultados sobrepasan el valor de referencia, sobresaliendo la variedad Nicaragua con un contenido de 618.87 mg Ca. El valor que reporta el INCAP (2012) en contenido de Zinc para grano de soya es de 4.89 mg, al igual que los resultados obtenidos de las variedades en estudio (4.908 mg para Guatemala 1, 5.182 mg para Guatemala 2 y 5.591 mg para Nicaragua), demostrando que la soya dispone de cantidades considerables de Zinc más que otros granos como el frijol rojo con 2.79 mg y el maíz con 0.7 mg, así mismo en contenido de calcio y hierro según los valores detallados anteriormente. El contenido de Hierro (Fe) de las tres variedades evaluadas es similar al valor reportado para grano de soya con 15.7 mg, alcanzando valores de 13.3 mg para Guatemala 1, 16.8 mg para Guatemala 2 y 15.19 mg para Nicaragua.

Según el RTCA (2011) la humedad en el grano debe ser del 12% como máximo, y la Norma mexicana (2008) señala que la humedad debe ser menor o igual a 13.0%, comparando con los porcentajes de humedad obtenidos para grano de soya de las tres variedades evaluadas se observa que están por debajo de dichos rangos con un 8.5%, 8.16% y 8.46% de humedad total; factores como correcto secado de grano y el buen almacenamiento (Buenas Prácticas de Pos-cosecha) influyen directamente en el contenido de humedad aumentando o disminuyendo la calidad y viabilidad del mismo.

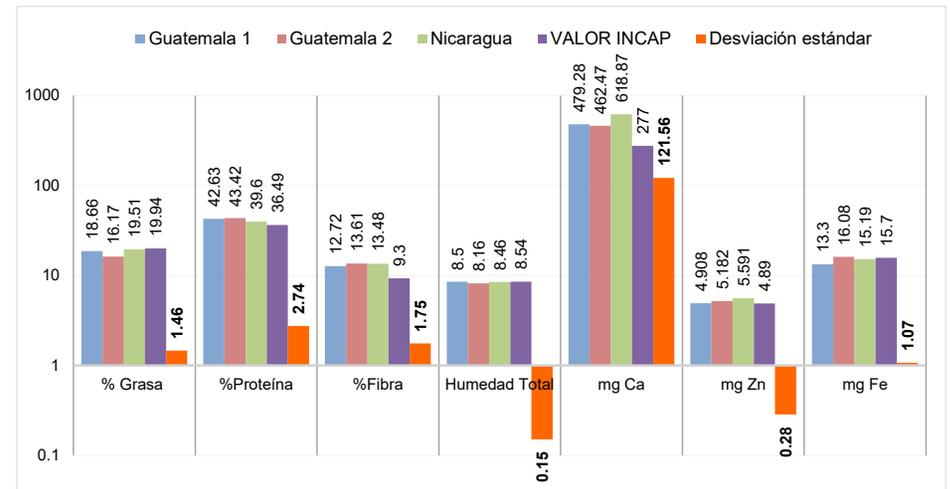


Figura 1 Contenido nutricional en grano de soya de las variedades Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua.

Contenido nutricional en bebida de soya

La figura 2 muestra los resultados de los análisis bromatológicos realizados a la bebida de soya de tres variedades estudio para porcentaje de grasa, proteína, humedad total, mg de Ca, Zn, Fe y la desviación estándar entre los datos de cada elemento.

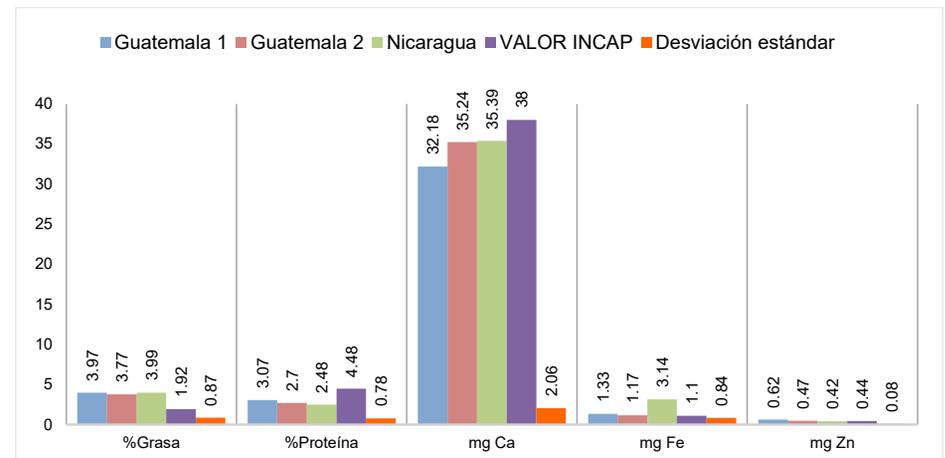


Figura 2 Contenido nutricional en bebida de soya de tres variedades.

Los resultados de los análisis muestran diferencias mínimas entre sí en cuanto al porcentaje de grasa con valores más altos que los reportados por INCAP (2012), en cuanto a la proteína los valores obtenidos son menores. Según Chavarría (2010) el valor mínimo en contenido de grasa para bebida de soya debe ser un 1.6%, mientras que las tablas del INCAP (2012) reportan un valor de 1.92 %. El porcentaje de grasa de la bebida de soya tipo lácteo es muy similar a la leche de vaca con un 3.25%, leche de cabra 4.14% y leche materna con un 1.92%, al comparar los valores obtenidos para Guatemala 1 (3.97%), Guatemala 2 (3.77%) y Nicaragua (3.99%) se observa un alto contenido de grasa en la bebida de soya procedente de estas variedades. En cuanto a la proteína según Chavarría (2010) el valor mínimo en contenido de proteína para bebida de soya debe ser del 3%, mientras que el INCAP (2012) reporta un valor de 4.48% de proteína en bebida de soya, al comparar los valores obtenidos de las variedades Guatemala 1 (3.07%), Guatemala 2 (2.7%) y Nicaragua (3.14%) se observa un bajo contenido de proteína en la bebida de soya procedente de estas variedades.

De acuerdo a los valores obtenidos en contenido de calcio para Guatemala 1 (32.18 mg), Guatemala 2 (35.24 mg) y Nicaragua (35.39 mg). Los resultados obtenidos de calcio en bebida de soya son menores en comparación con la leche de vaca (133 mg) y leche de cabra (134 mg), pero similares con la leche materna (32 mg) y su consumo en porciones adecuadas puede ser un sustituto que aporta los mismos beneficios nutricionales según las recomendaciones de ingesta diaria al igual que para hierro y zinc.

El análisis estadístico que se aplicó a las bebidas de soya, demuestra que estadísticamente los tratamientos en estudio (variedades de soya) están produciendo los mismos efectos en las variables grasa, proteína, calcio, hierro y zinc de la bebida de soya tipo lácteo, y no presentan diferencias significativas a un nivel de significancia del 5% como se muestra en el cuadro 2.

Determinación de pH en bebida de soya tipo lácteo

Los resultados de pH de la bebida de soya tipo lácteo de tres variedades en estudio Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua.

Según Chavarría (2010) los parámetros físico – químicos sirven para determinar un rango establecido que permita llegar a mantener la calidad de los productos, entre los parámetros más importantes está el pH el rango que se reporta es de 6.8 – 7.4 en bebida de soya; en las bebidas analizadas de las variedades evaluadas se obtuvo un pH para Guatemala 1 de 6.98 para

Cuadro 2 Resultados estadísticos de análisis de varianza ANVA en bebida de soya

Variable	Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados corregida (SC)	Cuadrado medio (CM)	F	P-Valor	CV
Grasa (%)	Modelo	2	0.18	0.09	0.16	0.86	19.27
	Variedades	2	0.18	0.09	0.16	0.86	
	Error	12	6.75	0.56			
	TOTAL	14	6.93				
Proteína (%)	Modelo	2	0.88	0.44	3.57	0.06	12.79
	Variedades	2	0.88	0.44	3.57	0.06	
	Error	12	1.48	0.12			
	TOTAL	14	2.37				
Calcio (mg)	Modelo	2	21.10	10.55	0.38	0.69	15.25
	Variedades	2	21.10	10.55	0.38	0.69	
	Error	12	336.45	28.04			
	TOTAL	14	357.55				
Hierro (mg)	Modelo	2	0.01	0.0048	0.34	0.71	34.57
	Variedades	2	0.01	0.0048	0.34	0.71	
	Error	12	0.18	0.33			
	TOTAL	14	4.32				
Zinc (mg)	Modelo	2	0.06	0.03	2.95	0.09	14.10
	Variedades	2	0.06	0.03	2.95	0.09	
	Error	12	0.12	0.01			
	TOTAL	14	0.18				

Guatemala 2 de 6.90 y para Nicaragua un valor de 6.99, (Fig. 3) niveles que se encuentran dentro del rango (6.8-7.4). Cabe recalcar que los niveles de pH son influenciados por la calidad del agua y la variedad de soya utilizada el procesamiento, por tanto, para mantener la calidad del producto es necesario controlar estos factores de incidencia.

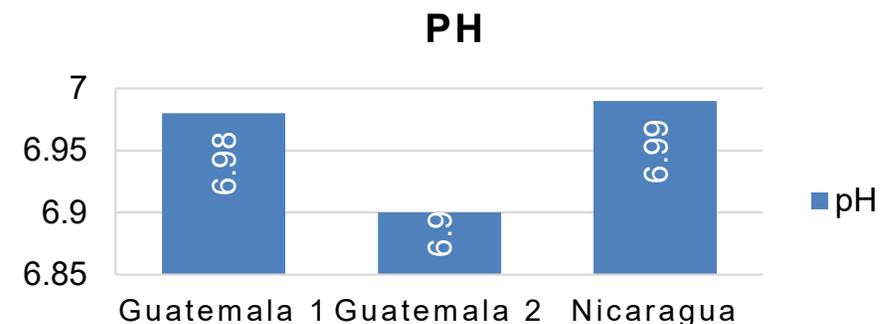


Figura 3 pH en bebida de soya tipo lácteo

Contenido nutricional en okara de soya de tres variedades

La figura 4 muestra los valores promedio de los análisis bromatológicos realizados a la okara de soya de tres variedades estudio Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua; para porcentaje de grasa, proteína, humedad total, mg de Ca, Fe, Zn y la desviación estándar entre los datos de cada elemento.

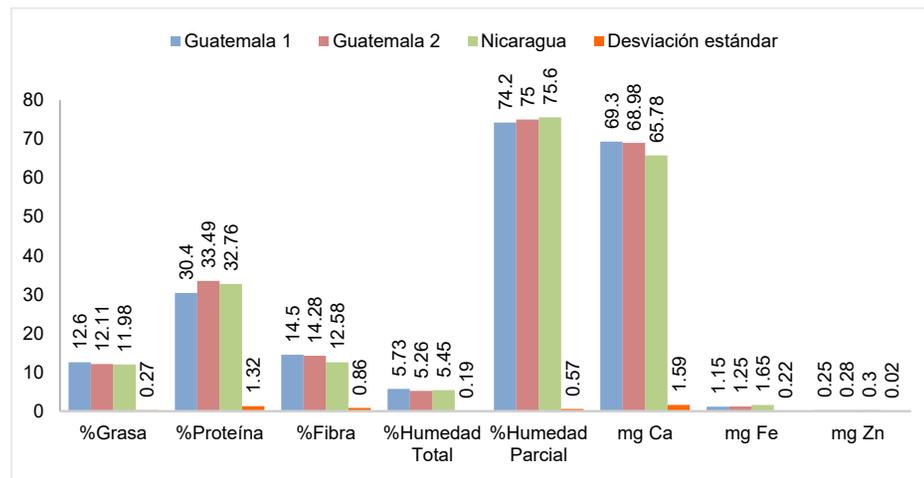


Figura 4 Contenido nutricional en la okara de soya de tres variedades

Los resultados de porcentaje de grasa en okara son similares para las distintas variedades, obteniendo para Guatemala 1 un 12.6%, para Guatemala 2 un 12.11% y para Nicaragua un 11.98%. De acuerdo con los porcentajes de grasa en grano reportados anteriormente el contenido de grasa en okara difiere solamente en un 6% menos que el valor del grano. Siendo la okara el residuo de los sólidos disueltos durante la elaboración de la bebida de soya, los niveles de grasa son directamente proporcionales al contenido de grasa en el grano, por su aporte nutricional se considera ideal el uso de la okara en la gastronomía, además puede ser utilizada para adicionarlo en las raciones de alimentos para animales pues es una buena fuente de grasa natural.

En cuanto al contenido de proteína según Benavides y Recalde (2007) señalan que la okara contiene cerca del 17% de las proteínas originales de la soya en 3.5% de su peso, cerca de la misma proporción contenida en la leche entera de vaca o en el arroz integral cocido. Los valores obtenidos en la okara de las variedades en estudio fueron 30.4% para Guatemala 1, 33.49% para Guatemala 2 y 32.76% para Nicaragua; al comparar los valores con el de proteína en grano de las tres variedades, las diferencias se encuentran en

promedio de 9.67% menos en contenido de proteína para okara, por tanto, el mayor contenido de la proteína de la soya después del procesamiento de la bebida queda retenida en la okara.

Los resultados para fibra en okara fueron 14.5 % para Guatemala 1, 14.28% para Guatemala 2 y 12.58% para Nicaragua. El contenido de fibra es mayor y más nutritivo en okara comparado con la harina de maíz que posee un 9% de fibra, y la harina de trigo con un 2.70% según el INCAP (2012). Sin embargo, debido a su alto contenido de humedad es considerada como un producto perecedero por tanto debe conservarse refrigerada para preservar sus características organolépticas y físicas para ser utilizada.

Comparación nutricional para grano, bebida y okara de soya de tres variedades

El el cuadro 3 es una herramienta de comparación en donde se miden los elementos nutricionales y las variedades clasificados en: valor más alto obtenido, valor intermedio y menor valor. Para su mejor observación se identificó cada variedad con un color específico como se muestra continuación.

Cuadro 3 Comparación de valores nutricionales para grano de soya, bebida y okara de tres variedades

	Guatemala 1			Guatemala 2			Nicaragua		
	Grasa (%)			Proteína (%)			Fibra (g)		
	Grano	Bebida	Okara	Grano	Bebida	Okara	Grano	Okara	
Valor mas alto	19.51	3.99	12.6	43.42	3.07	33.49	13.61	14.5	
Valor intermedio	18.66	3.97	12.11	42.63	2.7	32.76	13.48	14.28	
Menor valor	16.17	3.77	11.98	39.6	2.48	30.4	12.73	12.58	
	Ca (mg)			Fe (mg)			Zn (mg)		
	Grano	Bebida	Okara	Grano	Bebida	Okara	Grano	Bebida	Okara
	Valor mas alto	618.87	35.39	69.3	16.08	3.14	1.65	5.59	0.62
Valor intermedio	479.28	35.24	68.98	15.19	1.33	1.25	5.18	0.47	0.25
Menor valor	462.47	32.18	65.78	13.29	1.17	1.15	4.9	0.42	0.3

Cada resultado fue comparado con los valores reportados por las tablas de composición de alimentos de Centro América (INCAP), los cuales determinaron que las variedades evaluadas obtuvieron similar o mayor valor en los elementos nutricionales analizados en esta investigación.

Entre los componentes nutricionales más importantes como proteína y grasa, se observó que la variedad Nicaragua presenta mayor porcentaje de grasa en grano comparado con las variedades Guatemala 1 y Guatemala 2, según la USSEC (2015) el contenido de grasa en la soya es un parámetro de alta importancia utilizado para determinar usos especiales que permitan obtener la mayor utilidad y los máximos rendimientos a nivel industrial, es decir un grano con mayor contenido de grasa es ideal para la extracción de aceite y un grano con alto contenido proteico ofrece un mayor rendimiento en el procesamiento de bebida, esta afirmación no se cumple para la variedad Nicaragua la cual presentó menor valor de proteína en grano y en bebida.

Según García y Gómez (2013) la disposición de la proteína en un alimento está estrechamente relacionada con el método de procesamiento. El grano de soya cuenta con alto contenido de proteína; sin embargo, no toda queda a disposición de consumo como en el caso de la bebida de soya tipo lácteo. A nivel nutricional la okara es similar al grano entero de soya, en cuanto a porcentaje de Grasa, Proteína y fibra, por ende, se considera altamente nutritiva. Generalmente la okara no es utilizada en la alimentación humana, sus mayores usos se enfocan en la alimentación animal y para la elaboración de abonos, pero se debe reconocer que la okara posee mayor contenido de proteína ante otros productos similares como la harina de maíz con un 8.5 g y la harina de trigo con 10.33 g, siendo esta un posible sustituto de harinas para procesar alimentos para consumo humano.

Resultados de la evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial de la bebida de soya de las tres variedades obtenidos mediante una prueba Dúo – Trío determinaron que los panelistas no lograron encontrar diferencia en cuanto al sabor de las bebidas, por tanto, estas variedades pueden ser consideradas como opción para la sustitución de materia prima (grano de soya) en NUTRAVIDA.

Conclusiones

Los valores nutricionales obtenidos mediante los análisis bromatológicos en grano, bebida y okara de soya son comparables y aceptables de acuerdo a las fuentes de referencia internacional del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), permitiendo valorar estas variedades como

grano de calidad nutricional aceptable para la producción de alimentos derivados de grano de soya.

Mediante la evaluación sensorial de la bebida de soya realizada en NUTRAVIDA se determina que las tres variedades no generaron diferencia en la bebida de soya tipo lácteo, por tanto, se admiten como aptas para ser utilizadas como sustituto de materia prima en la planta de procesamiento del programa de soya.

Los contenidos nutricionales de grasa, proteína, calcio, hierro y zinc en la bebida de soya tipo lácteo no presentan diferencias estadísticas debidas a las variedades Guatemala 1, Guatemala 2 y Nicaragua.

Recomendaciones

Realizar una reingeniería en la planta de procesamiento de NUTRAVIDA como medida a corto plazo; como proyección a largo plazo, considerar establecer una planta de procesamiento de soya que cumpla con los requerimientos establecidos y adecuados para el procesamiento de alimentos.

Utilizar las variedades Guatemala 1 y Guatemala 2 como alternativa de materia prima para el procesamiento de bebida de soya en NUTRAVIDA.

Considerar la evaluación de otras variedades de grano de soya que posean diferencias fenotípicas y genotípicas en la elaboración de bebida de soya y otros subproductos realizando previamente el análisis nutricional del grano.

Motivar al programa NUTRAVIDA a la elaboración de más productos a base de okara con el fin de promover y aprovechar sus ventajas culinarias y nutricionales.

Evaluar mezclas de granos utilizando las tres variedades de soya de esta investigación para la elaboración de bebida tipo lácteo.

Bibliografía

- A.O.A.C (ASSOCIATION of OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. US) 1990. Oficial Methods of Analysis. 15 th ed. (en línea). Consultado 15 jun 2016. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- ASERCA (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios). 2016. Frijol soya/precios. (en línea). Consultado 15 jun. 2016. Disponible en <http://www.aserca.gob.mx/comercializacion/PYP/Fisicos/Paginas/Fisicos-Soya.aspx> .
- Benavides Bolaños, GA; Recalde Centeno, JM. 2007. “Utilización de okara de soya como enriquecedor en galletas integrales edulcoradas con panela y azúcar morena”/okara de soya. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Ibarra, Ec. Universidad Técnica del Norte. 118 p.
- Chavarría, M. 2010. “Determinación del tiempo de vida útil de la leche de soya mediante un estudio de tiempo real”. Tesis Tecnólogo en Alimentos. Guayaquil, EC. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. 53 p.
- Cordero Bueso, G. 2013. Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria. El análisis sensorial y el panel de cata. (en línea). Consultado el 20/1/2016. Disponible en <file:///C:/Users/xio/Downloads/LIBRO%20COMPLETO%20VERANO%202013.pdf>
- Figuerola, L. 2006. El libro de la soya. Buenos Aires, AR. 134 p.
- Gamboa Valarezo, BM. 2007. “Diseño de proceso para el Desarrollo de Barras Energéticas como Subproducto en la Obtención de Leche Saborizada de soya”. Método Illinois. Tesis a obtener Ingeniero de alimentos. Guayaquil, EC. 124 p.
- García Martínez, HE; Gómez Hernández, JA. 2013. Propuesta para el consumo de *Glycine max* (soya), cultivado en la comunidad nueva esperanza, Jiquilisco Usulután y tres alimentos derivados. Tesis de Licenciatura en Química y Farmacia. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 80 p.
- García Torres, AO. 2013. “Diseño sanitario de la planta procesadora de alimentos del Centro de Investigación de Biosistemas bajo Condiciones Protegidas (CIBCOP) de la FI-UAQ conforme los requisitos de las Normas Oficiales Mexicanas”. Tesis a obtener maestro en Ingeniería de Calidad. Querétaro, MX. Universidad Autónoma de Querétaro. 129 p.
- INCAP (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centro América. Consultado 12 Abr. 2015. 2 ed. 128 p.
- Lara Ledesma, SE. 2009. “Evaluación de varios bio-estimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos”/Morfología, fisiología y taxonómica. Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. EC. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. 69 p.
- MSPAS (Ministerio de salud pública y asistencia social gerencia de salud ambiental), 2004. Norma técnica sanitaria para la autorización y control de establecimientos alimentarios. San Salvador, SV. Consultado 26 Feb. 2016. Disponible en http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Normas_autorizacion_y_control_establecimientos_alimentarios.pdf
- Muñoz Gutiérrez, DJ. 2006. Estandarización de los procesos de producción de los productos elaborados para los puntos de venta de Yogen Früz. Bogotá, C. Tesis a obtener Ingeniero en Alimentos. Universidad de La Salle. 142 p. <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15561/T43.07%20M926e.pdf?sequence=1>
- Norma mexicana. 2008. Productos no industrializados para uso humano - oleaginosas – soya – *Glycine max* (L) Merrill - especificaciones y métodos de prueba (en línea). Consultado 28 Mayo. 2015. Disponible en [http://www.oleaginosas.org/archivos/nmx-ff-089-scfi-2008\[1\].pdf](http://www.oleaginosas.org/archivos/nmx-ff-089-scfi-2008[1].pdf)
- OMS (Organización Mundial de la Salud)/FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2007. Codex alimentarius- Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales. (en línea). Roma, IT. Consultado 28 Mayo. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1392s.pdf>.

- Orellana Núñez, M. A. Linares Arias, A. Y.; Villatoro, R.; Ruiz, H.; Bermúdez, M. A. 2015. Evaluaciones experimentales de las Características morfo agronómicas, fenológicas, de rendimiento y análisis del contenido de grasa, proteína y fibra en granos de seis genotipos de soya (*Glycine max*) cultivadas a 50 msnm en los meses de septiembre a diciembre de 2014 en San Luis Talpa, SV. En prensa.
- Programa Mundial de Alimentos, 2008. Alza de Precios, Mercados e Inseguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica (en línea). Consultado 13 Abr. 2015. Disponible en <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp189876.pdf>.
- Ridner, E. 2006. Soja propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Diseño original: Pablo Criscaut (para Grupo Q). AR. 98 p.
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano), 2011. Reglamento Técnico Centroamericano insumos agropecuarios. Requisitos para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya NTON 11 028 - 10/ RTCA 65.05.53:10. (en línea). Consultado 4 jun. 2015. disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni>.
- USSEC (U.S. Soybean Export Council) 2015. Elaboración de bebida tipo lácteo y productos derivados a partir del frijol de soya. (en línea). Consultado 26 Mayo. 2015. Disponible en <http://americas.ussec.org/tech-info/infromacion-sobre-alimentos-de-soya-y-nutricion-humana/>.

Normas de publicación en revista Agrociencia

Estructura del Artículo Científico

Para la publicación de los resultados de investigación, es necesario tener una estructura eficaz y acorde con las necesidades concretas. Existen varios tipos de estructuras dependiendo de la revista científica y su especialización, aquí se tratará sobre el artículo original o artículo científico.

A pesar de que cada revista tiene sus propias normas de publicación, la estructura del artículo generalmente es común a todas ellas, variando únicamente la forma de presentación, extensión de las partes o algunas pequeñas características relacionadas con el formato. Las normas de publicación incluyen tipo de letra, interlineado, idiomas del título y del resumen, situación de las palabras clave, formato de las citas bibliográficas. En este sentido, los apartados fundamentales que debe presentar un artículo científico son los siguientes:

Nombre de la Investigación

Este es un componente muy importante del artículo, debido a que es probable que se publique como recurso bibliográfico, en bancos de datos, en la página de Internet y en la literatura citada de otros artículos. Quién encuentre el título por uno de estos medios decidirán, basándose exclusivamente en su contenido, si deben o no obtener una copia del artículo, debido que describe el contenido del artículo (naturaleza del estudio, sujeto u objeto experimental y enfoque técnico) en forma específica, clara, exacta, breve, honesta y concisa, de tal forma que el lector identifique el tema fácilmente.

A pesar que no hay una regla única sobre la longitud mínima, máxima u óptima del título en cuanto al número de palabras, la longitud promedio varía en diferentes revistas examinadas recientemente, considerando como promedio 14 palabras (9 mínimo a 20 como máximo). El título no debe contener abreviaturas, fórmulas químicas o nombres comerciales. Usar letra mayúscula únicamente en la primera letra del título (a menos que se trate de nombres propios). Si se incluye un nombre científico, es imperativo que el lector sepa de qué tipo de organismo se trata.

Autores

Un aspecto muy importante es el nombre y apellidos de los investigadores, generalmente se tienen dos apellidos y nombres, por lo tanto deberán colocarse los dos apellidos unidos por un guión. Cuando hay más de un autor estos deben estar separados por comas y los nombres de los autores colocando únicamente las iniciales. El o los docente directores de tesis, deberá estar al final del total de autores del artículo científico. Después del nombre y apellido de cada autor hay que colocar un número arábigo como superíndice, para indicar la dirección de la institución y se indicará con el número uno (1), el autor al cual se le debe dirigir la correspondencia. A los docentes y otros profesionales

directores de tesis deberá colocar el número dos (2), el cargo y la dirección de la Unidad académica o de trabajo a la cual pertenecen, la Universidad o Institución laboral y el país. Las direcciones deberán ir en nota separada al pie de página.

Resumen y palabras claves

La mayoría de las revistas científicas, exigen un resumen en varios idiomas sobre el contenido del artículo. La importancia del “Resumen o Abstract” se refleja en la existencia de bases de datos en bibliotecas u otros Centros de Información, donde únicamente aparece el título y el resumen del artículo. Con la proliferación de bases de datos digitales, esta característica se ha convertido en universal.

El resumen, debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. El resumen debe estar escrito en el pasado y hacer referencia al lugar y fecha de ejecución; además, debe contener el procedimiento metodológico del trabajo, sus principales resultados y conclusiones. Debe dejarse bien claro el hallazgo principal del trabajo y se deben presentar datos numéricos de los resultados sin incluir subtítulos, cuadros, figuras, abreviaciones, referencias bibliográficas y no deben separarse los párrafos. Además, indicar la probabilidad de la prueba estadística entre paréntesis por ejemplo ($p \leq 0.01$) y cuando sea pertinente también el valor calculado ($r = 0.9$; $X^2 = 2$). Evitar expresiones: “En este artículo se presentan o discuten...”

Generalmente los aspectos relacionados con el resumen suelen estar limitados por las normas editoriales. Normalmente no debe superar las 250 palabras y tampoco ser inferior a 150 e incluir una traducción al idioma inglés.

Al final del resumen deben incluirse una serie de términos denominados “Palabras clave” (Key words) por las que el artículo será incluido en los Thesaurus y bases de datos. La búsqueda en los bancos de bibliografía suele realizarse precisamente por estas palabras clave, siendo importante elegir las adecuadamente. Habitualmente se incluyen los taxones estudiados (de mayor a menor rango), el campo de estudio y las regiones geográficas estudiadas (de menor a mayor rango). El número indicado es de 3 a 8 palabras clave o frases cortas (lexemas) y la primera letra de la primera palabra clave en mayúscula. Ordenarlas por orden de importancia.

1. Introducción

Describe el interés que tiene el tema en el contexto científico del momento, así como una breve reseña del estado actual de los conocimientos en este campo, incluyendo las referencias bibliográficas más importantes. Además, se refiere a los trabajos previos que se han hecho sobre el tema. No necesariamente debe ser muy extensa y debe responder a la pregunta de “porqué se ha hecho este trabajo”. La Introducción es una revisión bibliográfica previa, en la cual todas las afirmaciones van sustentadas por citas bibliográficas, pero no debe confundirse con la introducción de la tesis u otros documentos. Hay que tener presente que el último párrafo se resume el objetivo del estudio. La introducción hace las funciones de revisión de literatura, la cual debe incorporarse al texto según las normas técnicas vigentes del IICA.

2. Materiales y Métodos

En esta sección se responde a la pregunta de “cómo se ha hecho el estudio” y es la escritura del diseño de la investigación la cual debe incluir la ubicación de la investigación en espacio y tiempo, condiciones climáticas y de suelo, las unidades en estudio, la toma de datos, estudios económicos, el análisis estadístico (variables en estudio, modelos y pruebas estadísticas). Los métodos establecidos y bien conocidos se indican mediante citas bibliográficas. Se detalla el uso de productos químicos (nombres genéricos) y datos de dosis. Para los equipos de presión, se debe señalar tipo, marca y modelo.

3. Resultados y Discusión

Es la presentación ordenada de los hallazgos que es la verdadera contribución de la investigación. Se pueden presentar en el textos, cuadros, figuras o ilustraciones, para ello hay que utilizar el medio más claro, adecuado y económico. Se debe tener el cuidado de citar dentro del texto las figuras, cuadros o ilustraciones. La secuencia de redacción no tiene por que ser necesariamente cronológica, sino la que permita una exposición más coherente y clara de los resultados obtenidos.

Deben expresarse los resultados de los experimentos descritos en Materiales y Métodos sin repetir ambos elementos y ser vistos y entendidos de forma rápida y clara. El primer párrafo debe ser utilizado para resumir en una frase concisa, clara y directa, el hallazgo principal del estudio. Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado. Evitar el uso de voz pasiva (“el ganado lechero se ha considerado...”), mejor usar: “el ganado lechero es considerado...”. No usar expresiones como: “se efectuó una fertilización nitrogenada...”; debemos ser específicos, cambiar el sustantivo y hacerlo verbo, así: “se fertilizo con nitrógeno...”. Las unidades de medida deben estar claras según el Sistema Internacional de Unidades y las abreviaciones totalmente explicativas, según las normas vigentes del IICA.

La discusión de los resultados es el examen de los resultados, su significado y limitaciones, enfatiza los aspectos nuevos e importantes de la investigación. Determina la coherencia o contradicción de los datos encontrados. Esta sección es el corazón del artículo y la sección más compleja de elaborar y organizar. Algunas sugerencias que pueden ayudar son: comenzar la discusión con la respuesta a la pregunta de la Introducción, seguida inmediatamente con las pruebas expuestas en los resultados que la corroboran. Comentar claramente, en lugar de ocultarlos, los resultados anómalos, dándoles una explicación lo más coherente posible. Se contrastarán con los resultados obtenidos en otras publicaciones sobre el tema.

4. Conclusiones

Las conclusiones deben recapitular en forma lógica los resultados obtenidos. Deben ser independientes, concretas y no redundantes. Deben estar basadas en los hallazgos del trabajo, no ser especulativas, ni provenir de la literatura. Deben de estar en concordancia con los objetivos que se plantearon en el proyecto de investigación. No deben mencionarse cuadros o figuras. No deben confundirse con recomendaciones. No usar números o viñetas.

5. Recomendaciones

Indicar la aplicabilidad de sus resultados y lo que se debe modificar. No usar números o viñetas.

6. Bibliografía

En el artículo científico únicamente se admite relacionar bajo este epígrafe, aquellas referencias bibliográficas que han sido directamente citadas en el texto. Las fuentes citadas deben hacerse de acuerdo a las normas vigentes del IICA. Si hay citas de internet, deberán ser de revistas o textos reconocidos por la comunidad científica internacional y escribirlas según normas técnicas vigentes del IICA. No usar números o viñetas en las bibliografías, únicamente usar letra negrita en autores y año.

7. Agradecimientos (opcional).

Es aplicable a instituciones que apoyaron la investigación.

8. Redacción de cuadros, figuras y texto

Cuadros:

Deben tener un título breve y claro de manera que indique sin dificultad que es lo que se informa en él, debe ser lo más corto y simple posible y deberá estar en la parte superior del cuadro. Para los cuadros que llevan notas al pie del cuadro se hacen con letras más pequeñas que las del texto.

Las siglas y abreviaturas deben escribirse según las normas técnicas vigentes del IICA, de lo contrario deberán ser acompañadas de una nota explicativa al pie del mismo. Los cuadros no deben tener un tamaño mayor de tres cuartos de la página y demasiada información estadística que se tornan incomprensibles y confusos. Se sugiere usar dos números decimales.

Figuras:

Se denominan figuras a los gráficos, diagramas, mapas, fotografías, dibujos manuales e impresiones fotográficas. Los títulos deben de ser concisos y explicativos y se colocan debajo de la figura. Los mapas y dibujos deberán llevar una escala en el Sistema Internacional de Unidades. Las fotografías deben de ser de buena calidad, buena resolución y excelente contraste. La figura deberá ser de alta trascendencia para el artículo, y se identificará con números arábigos según el orden de aparición en el texto.

Texto:

El texto deberá escribirse en una columna, con letra arial normal número 11 a espacio sencillo. El margen izquierdo deberá ser de 3.0 cm. y el derecho, superior e inferior de 2.5 cm. Las páginas se numeran en el lado inferior en el extremo derecho. Se recomienda no unir el número con la abreviación, excepto cuando se trate de porcentajes o grados centígrados. Los números del cero al nueve se escriben con letras, sino son unidades de medida.



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro

Contacto: revista. agrociencia@ues.edu.sv

Editada y publicada por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.