



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



Año I
No 1





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.
Agosto 2017.

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.

Ing. 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.

Lic. Aisur Ignacio Agudo Padrón.
Gerente Investigador del Proyecto Brasileño Autónomo
“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.

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

Contenido

Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, El Salvador, **Pág. 11**

Reporte de *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse 1872 (Coleoptera: Meloidae: Tetraonycinae) para Honduras, Centro América, **Pág. 27**

Evaluación de bloques multinutricionales en la alimentación de ganado de doble propósito en ordeño, **Pág. 32**

Caracterización morfoagronómica de seis cultivares de ayote (*Cucurbita moschata* Duch.) e incidencia de artrópodos y enfermedades, **Pág. 45**

Agradecimientos por el aporte de fotografías: Raul Magarín, EPI-SIC-UES y la Secretaria de Comunicaciones de la Universidad de El Salvador



La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador ha desarrollado por muchos años investigaciones científicas aplicadas al sector agropecuario, forestal, agroindustrial y la medicina veterinaria, con el objetivo de proponer alternativas de solución a problemas de estos sectores con la intención de contribuir a la solución de los problemas más sentidos que limitan el desarrollo de la producción o amenazan el ambiente.

Con el propósito de dar a conocer los aportes de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador a la sociedad salvadoreña, se ha creado una herramienta de difusión del conocimiento técnico para compartir resultados de investigaciones científicas con los sectores involucrados y poner al servicio de ellos los productos finales de estos esfuerzos; esta herramienta es la Revista AGROCIENCIA, un nuevo medio de comunicación y disseminación científica al servicio de la comunidad universitaria, público en general nacional e internacional

Este trabajo se encuentra enmarcado en el plan estratégico de la institución que permitirá impulsar aun más la investigación científica, motivando a estudiantes y docentes al involucramiento en diferentes equipos multidisciplinarios de investigación y la búsqueda de financiamientos externos con el acompañamiento de las autoridades, que permitan los mejores impactos en la solución de los problemas más sentidos de la población.

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



La Facultad de Ciencias Agronómicas se prepara a celebrar el 53 aniversario de fundación y rememorar aquellos principios que dieron origen a tan significativo echo. Muchos años han transcurrido y la agricultura ha sufrido cambios sustanciales, donde los graduados de esta facultad han realizado sus aportes tanto al desarrollo agropecuario del país como al compromiso social que emana de los fines y objetivos de la Universidad de El Salvador.

En tal sentido, nuestra facultad está comprometida con el logro de sistemas agrarios sustentables, que satisfagan las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer la capacidad de satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras a través del establecimiento de un sistema de formación, evaluación y difusión continua de las actividades sustantivas que se realizan en las carreras que promueven y de la participación del personal académico y estudiantes en eventos y programas científicos de connotación nacional e internacional.

En este contexto, es oportuno conmemorar en este aniversario haciendo el lanzamiento de la revista AGROCIENCIA, que tiene como propósito la divulgación de artículos científicos y de notas técnicas que con un enfoque sistémico den respuesta a las interrogantes generadas en el sector agroalimentario y ambiental, y convertirse, en una estrategia de comunicación fiable donde el personal académico encuentre una ventana para compartir el conocimiento con la comunidad técnico-científica, el entorno productivo y aquellos interesados en la dinámica de la soberanía y seguridad alimentaria.

Dr. Francisco Lara Ascencio
Vicedecano Facultad de Ciencias Agronómicas



La Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES), está realizando una reestructuración de su trabajo para impulsar aun más la investigación científica, con el objetivo de mostrar a la comunidad científica nacional e internacional los resultados que está generando nuestra única Universidad Pública en la Sede Central y las Facultades Multidisciplinarias. Dentro de este contexto la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, UES, lanza la revista AGROCIENCIA como una revista de contenido científico, que cuenta con artículos arbitrados por pares evaluadores externos y un Comité Editorial integrado por profesional del ámbito nacional e internacional.

La revista AGROCIENCIA, se publicará cada tres meses en forma masiva por medios electrónicos para divulgar el quehacer científico, contribuyendo con el conocimiento y análisis de los Sistemas de Producción Agrícola-Forestal y Pecuaria, Salud Animal y Vegetal, Agroindustria, Cambio Climático, Biotecnología, Amenazas Naturales, Gestión del Riesgo, Soberanía y Seguridad Alimentaria Nutricional, Zoonosis e Inocuidad, el Medio Ambiente, Desarrollo Rural, Manejo y Conservación del Agua, Suelo y Atmósfera.

Se invita a la comunidad científica nacional e internacional a ser lectores de la revista AGROCIENCIA, para estar informados de los nuevos aportes surgidos de la investigación científica.

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)



La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en sus 53 años de existencia ha formado profesionales en las ciencias agropecuarias y en las últimas décadas en las ciencias veterinarias y agroindustria. Aunado a la enseñanza, se han desarrollado importantes esfuerzos en el área de la Investigación Científica. Los estudiantes desarrollan como requisito de graduación una investigación de tesis y los profesores realizan gestión nacional e internacional para obtener fondos que sustenten estudios que son llevados a cabo principalmente en condiciones de los productores.

El lanzamiento de la revista *Agrociencia* de la Facultad de Ciencias Agronómicas es un paso en la búsqueda de producir un impacto sobre estudiantes, técnicos, productores y la comunidad científica promoviendo el conocimiento científico en las áreas de agricultura, ganadería, salud animal, procesamiento de alimentos y medio ambiente por medio de la difusión de experiencias, descripción de fenómenos o nuevos hallazgos puestos a disposición para libre acceso impreso y de forma digital.

La revista *AGROCIENCIA* es una iniciativa sin fines de lucro en la que se publicará artículos inéditos de trabajos realizados bajo los principios del método científico o revisiones de literatura relevante y actual que son evaluados por un comité editorial y un staff de revisores externos para presentar artículos de calidad científica y pertinencia a las necesidades de desarrollo de un sector que es clave para el desarrollo de las sociedades.

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillén.

**Jefe Unidad de Investigación, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.**



Es un honor para mí presentar ahora una nueva revista, AGROCIENCIA, una revista que viene a sumarse a los esfuerzos por divulgar el conocimiento científico en el mundo, actividad que es necesaria para enfrentar los retos de cada día, donde se exige cada vez más recursos del planeta. La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se toma ese reto y lanza ahora este medio, ofreciendo el espacio para comunicar ciencia.

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



53 Aniversario 1964-2017
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, El Salvador

Steinau-Dueñas IA
Departamento de Fitotecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador,
Estudiante tesista

González-Rosales SO
Departamento de Fitotecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador,
Docente director.

Castañeda-de-Abrego V
Centro de Investigación y Desarrollo en Salud,
Universidad de El Salvador, Asesor externo.

Resumen

La investigación se ejecutó de mayo a noviembre de 2016, realizando tres procesos de fermentación entre junio y julio, en el centro de acopio de la Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria “Cacao Los Izalcos” de Responsabilidad Limitada, ACPACI de R. L., en Caluco, Sonsonate, El Salvador. Evaluando si la clasificación del grano por cantidad de mucilago (categoría A y B), los métodos de fermentación (sin y con presecado) y los fermentadores (caja de madera y saco de yute), influyeron en la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.), aplicando un diseño factorial 23 en bloques con ocho tratamientos y tres repeticiones. Midiendo diariamente: temperatura ambiente, humedad relativa, temperatura del grano, pH, grados Brix, porcentaje de acidez, grados de alcohol y estado del grano. De agosto a noviembre de 2016 se analizaron los contenidos de: grasa, proteína, ceniza, grado de fermentación por el método de agua y la calidad física del grano por el método de corte. El principal hallazgo obtenido fue que, los granos categoría A y B con mayor porcentaje de buena fermentación y menor de levemente fermentado fueron los que no recibieron presecado y fermentados en saco de yute, con 76.3 y 78.7% respectivamente, así como los granos categoría B, sin presecado y fermentados en caja de madera, con 77%. Sin embargo, los análisis de varianza no detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con un nivel de significancia del 5%. Comparando los resultados con la clasificación de la norma INTE/ISO 23-02-04-09, los granos categoría A y B, sin presecado y fermentados en sacos de yute, clasificaron como granos fermentados grado I.

Palabras clave: *Theobroma*, cacao, Fermentación, Métodos, Presecado.

Abstract

The research was carried out from May to November 2016, carrying out three fermentation processes between June and July, at the collection center of the Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria “Cacao Los Izalcos” de Responsabilidad Limitada ACPACI de R. L. in Caluco, Sonsonate, El Salvador. Evaluating whether the grain classification by quantity of mucilage (category A and B), fermentation methods (without and with pre dried) and fermenters (wooden box and jute sack), influenced the quality of the cocoa bean (*Theobroma cacao* L.). applying a 23 block factorial design with eight treatments and three replicates. Measuring every day: ambient temperature, relative humidity, grain temperature, pH, degrees Brix, percentage of acidity, alcohol degrees and grain status. From August to November 2016 analyzed the contents of: fat, protein, ash, degree of fermentation by the water method and the physical quality of the grain were analyzed by the cutting method. The main finding was that the category A and B grains with a higher percentage of good fermentation, and lower percentage of slightly fermented were those that did not receive pre-dried and fermented in the jute sack, with 76.3 and 78.7% respectively, as well as, the category B grains, Without pre-dried and fermented in a wooden box, with 77%. However, the analyzes of variance did not detect significant differences ($p > 0.05$) with a significance level of 5%. Comparing the results with the classification of INTE / ISO 23-02-04-09, the grains of category A and B, without pre-dried and fermented in jute sacks, classify as grade I fermented grains.

Key words: *Theobroma*, cacao, Fermentation, cocoa, methods, Pre-dried.

Introducción

En El Salvador se carece de normas, parámetros y estándares de calidad para el beneficiado del cacao, que permitan asegurar la calidad del producto final. Ocasionalmente que la gran mayoría de cacao cultores no realicen la fermentación, y los que lo hacen no cuentan con un método uniforme y estandarizado que permita la formación de los precursores del sabor a chocolate. Obteniendo al final del proceso gran cantidad de granos pizarrosos, que dan un sabor amargo y sensación astringente, granos violetas y negros causados por el poco o mucho tiempo de fermentación, además de granos mohosos con olores desagradables debido a la cantidad y calidad de volteos efectuados.

Graziani citado por Sánchez (2007), afirma que el sabor potencial del cacao fino, es debido a la variabilidad genética de los árboles que lo producen. Aunque, el desarrollo del sabor y aroma dependen de la correcta fermentación y secado. Por lo tanto, la fermentación es uno de los procesos que desarrollan la calidad propia del cacao para hacer chocolate, causando la muerte del embrión, generando las reacciones bioquímicas dentro de los cotiledones, disminuyendo el sabor amargo y la astringencia; permitiendo el desarrollo de los compuestos precursores que reaccionarán durante el tostado. Confirmando lo dicho por Lambert (s.f.), «no hay sabor a chocolate en los granos sin fermentar».

Sin embargo, en El Salvador, no han existido investigaciones sobre la fermentación del grano, en donde se determinen aspectos básicos tales como: temperatura, pH y grados Brix; dejando de lado el conocimiento necesario para transmitir a los productores, quienes, según el tipo de cacao y condiciones ambientales de las fincas, necesitan de un método de fermentación y tipo de fermentador adaptado a sus condiciones, para lograr así un producto de mayor calidad.

No obstante, en la región se cuenta con diversos estudios tales como el de Bravo y Mingo (2011), quienes realizaron la “Valoración de tres métodos de fermentación (Caja de madera, sacos de yute y sacos de polipropileno) y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Panguintza del cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador”, demostrando que la fermentación en cajones tiende a ser óptima, con un máximo de temperatura al cuarto día (45°C), mientras que en los sacos de polipropileno y de yute continúa aumentando hasta 48°C, obteniendo un mayor porcentaje de fermentación en los sacos de yute.

Graziani *et al.* 2003, concluye que el diseño del fermentador influyó sobre las características físicas y químicas, encontrando que con el uso de la caja cuadrada se obtuvieron temperaturas más altas en la masa de cacao, las cuales fueron alcanzadas en menor tiempo que en la caja rectangular, asimismo, mayor porcentaje de granos fermentados.

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar si la aplicación de algún método de fermentación con un tipo de fermentador en alguna categoría de grano, lograría una buena fermentación; produciendo una buena calidad en el grano de cacao trinitario cosechado y fermentado en la zona de estudio.

Materiales y Métodos

Descripción del estudio

El proyecto se desarrolló en siete meses, de mayo a noviembre de 2016, dos de ellos fueron para la fase de campo, realizando tres procesos de fermentación, con un total de 24 unidades experimentales en el centro de acopio de la Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria “Cacao Los Izalcos” de Responsabilidad Limitada ACPACI de R. L., ubicado en la Finca San Luis, Cantón Agua caliente, Caluco, Sonsonate, El Salvador. En los meses de agosto a noviembre se desarrolló la fase de laboratorio con los análisis de contenido de grasa, proteína y ceniza en el Laboratorio de Química Agrícola y la evaluación de la calidad del grano por el método de corte y prueba de agua en el laboratorio 4 de la Facultad de Ciencias Agronómicas (CCAA) de la Universidad de El Salvador (UES).

Metodología de campo

Material Vegetal

Se utilizó cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo trinitario proveniente de las fincas de los socios de ACPACI de R.L., localizadas en los municipios de: Caluco, Nahulingo, Izalco y Nahuizalco, departamento de Sonsonate, El Salvador.

Cosecha

Los productores cosecharon los frutos homogéneos maduros y sanos, en forma aleatoria, guiándose por el viraje de color de la mazorca y por el sonido que hace su interior al ser ligeramente golpeado como índices de madurez para cosecha.

Quebra y desgrane de las mazorcas

La quebra se realizó golpeando la mazorca con un mazo de madera, hasta que se abre. Posteriormente se realizó la extracción de los granos, deslizando los dedos de la mano a lo largo de la placenta o vena central.

Clasificación y pesado del grano fresco

El grano se clasificó visualmente según el estado de madurez, obteniendo dos categorías:

Categoría A: Grano con gran cantidad de mucílago.

Categoría B: Grano con poca cantidad de mucílago.

Se pesaron 4.0 kg de cacao fresco (grano cubierto de mucílago), en una balanza digital marca ADAM con capacidad de 5.0 kg, para ser colocados aleatoriamente en cada uno de los fermentadores.

Presecado del grano fresco

El presecado consistió en dejar por una noche los granos dentro de sacos colgados, ayudando a que continúe el proceso de escurrido del mucílago. Al día siguiente por la mañana, se colocó el cacao en un tendal con exposición directa al sol, con el fin de perder el exceso de mucílago que queda en el grano, dejándolo por siete horas. Haciendo un total de 24 horas para dicho proceso.

Tipos de fermentadores

Se utilizaron dos tipos de fermentadores:

Caja de madera de cedro de 20 cm de largo, 20 cm de ancho y 20 cm de profundidad, con agujeros de 1 cm de diámetro separados a 5 cm entre ellos, en el fondo del cajón para permitir la salida del lixiviado del mucílago.

Sacos de yute de 50 cm de largo y 65 cm de ancho.

Ambos tipos de fermentadores fueron cubiertos con plástico, luego con sacos de yute y nuevamente con plástico para preservar la temperatura de la masa cacao.

Volteo y remoción

Atendiendo a que la característica fenotípica predominante en las fincas es trinitario, se volteó cada uno de los tratamientos siguiendo el tiempo establecido por Bravo y Mingo (2011), Rufino *et al.* (2012) y la recomendación de Lambert (s.f.) de realizar los volteos a las 48, 72, 96 y 120 horas durante el proceso de fermentación. Dicho proceso consistió en mezclar los granos con la mano, pasando los que están en la parte superior hacia abajo y los de abajo hacia arriba del fermentador, con el fin de homogenizar la temperatura y permitir la correcta aireación para dar lugar a los cambios bioquímicos necesarios.

Días de fermentación

El proceso tuvo una duración de seis días, para todos los tratamientos en estudio, siguiendo el protocolo de fermentación de cacao de Ramos (2017), así como lo establecido por Loor (2006) y Martínez (2015).

Análisis físico químicos durante la fermentación

Cada 24 horas iniciando a las 8:00 a.m. con el tratamiento uno hasta finalizar con el tratamiento ocho se midieron los siguientes factores:

Temperatura ambiente y humedad relativa con un termohigrómetro HANNA HI 9564

Temperatura de los granos con un termómetro digital HANNA HI 93503 y tres termómetros DIGIFLEX TP101

Además, se midió en cotiledón, testa (mucilago y la película o capa que cubre al grano)

Lixiviado (líquido que escurre de la testa):

pH con un pH-metro digital OAKTON pHTestr 10

Grados Brix y porcentaje de acidez con un refractómetro PAL-BX ACID181

Grados de alcohol con un refractómetro PET – 109

El día de presecado no se incluye, ya que las comparaciones son del proceso de fermentación.

Determinación del estado del grano

Diariamente se cortaron diez granos de cada tratamiento longitudinalmente a lo ancho, con un bisturí de hoja N° 20 durante los días de fermentación, para observar los cambios en las siguientes características:

Color: En un área expuesta por el corte en un punto específico de cada grano se determinó el color RGB (sigla en inglés de red, green, blue) por medio de fotografía tomada con una cámara del dispositivo móvil Samsung Galaxy Note 5 con autoenfoco, resolución de 16 MP, con apertura máxima de f/1.9.

Estado del embrión: se observó el color del embrión para conocer su estado fisiológico cuantificando embriones vivos y muertos. El color café oscuro indicaba la muerte del embrión.

Presencia de líquido: Con una escala hedónica de seis puntos siendo cero la ausencia total de líquido y cinco es la presencia total de líquido dentro del grano (cuando al cortarlo, salpica desde la inserción del bisturí) se estimó la presencia de líquido al momento del corte.

Fisuras internas: Con una escala hedónica de seis puntos siendo cero cuando no existen fisuras en el cotiledón y cinco gran cantidad y profundidad de las fisuras, se ponderó la presencia de fisuras en el área del grano expuesta por el corte.

Metodología de laboratorio

Secado

Se secaron los granos de cacao fermentados en una estufa eléctrica marca QUINCY LAB modelo 30GC. Se colocaron los granos de cacao fermentados a una temperatura de 55°C, por 32 horas.

Análisis bromatológicos

Se llevaron 26 muestras (tres repeticiones de cada tratamiento y dos muestras frescas de cacao), al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador en donde se analizaron los contenidos de proteína por el método de Kjeldahl, grasa por el método de Soxhlet y cenizas por el método gravimétrico, siguiendo las marchas del AOAC (1980).

Determinación del grado de fermentación y calidad del grano

El grado de fermentación y calidad del grano fermentado se obtuvieron mediante la aplicación de las pruebas siguientes:

Prueba de agua: 100 granos fermentados y secos se vertieron en un cilindro graduado de 1000 ml, conteniendo 1000 ml de agua destilada. Se mezclaron y se dejaron reposar por 3 min. A continuación, se tomó la lectura de la cantidad de granos a lo largo de la columna de agua en el cilindro, los granos que flotan en el cuarto superior del cilindro son considerados bien fermentados, granos localizados en el medio son considerados ligeramente fermentados y granos depositados en el fondo son considerados no fermentados.

Prueba de corte y calidad del grano: Se pesaron 100 granos con una balanza digital marca ADAM con capacidad de 5.0 kg, y se cortaron longitudinalmente a lo ancho con un bisturí de hoja N° 20 para exponer un área interna máxima de los cotiledones. Evaluando color, fisuras internas y presencia de defectos según la norma INTE/ISO 23-02-04-09. Cacao y productos derivados del cacao.

Metodología estadística

El montaje de la investigación se realizó bajo un diseño factorial 23 en bloques, ya que estudia por cada semana de fermentación (Bloque), el efecto de tres factores considerando dos niveles en cada uno (Cuadro 1), permitiendo el estudio del efecto individual y de interacción entre ellos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Cacao categoría A, con presecado por 24 horas y fermentado en caja de madera.

T2: Cacao categoría A, con presecado por 24 horas y fermentado en sacos de yute.

T3: Cacao categoría A, sin presecado y fermentado en caja de madera.

T4: Cacao categoría A, sin presecado y fermentado en sacos de yute.

T5: Cacao categoría B, con presecado por 24 horas y fermentado en caja de madera.

T6: Cacao categoría B, con presecado por 24 horas y fermentado en sacos de yute.

T7: Cacao categoría B, sin presecado y fermentado en caja de madera.

T8: Cacao categoría B, sin presecado y fermentado en sacos de yute.

Se determinó si los datos cumplían con los supuestos de normalidad por medio de la prueba de Shapiro Wilks. A los que la cumplieron, se les aplicó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey si el ANVA evidencia la existencia de diferencias significativas a $\alpha = 0.05$. Se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson para determinar la correlación entre los indicadores: temperatura, pH, grados Brix, porcentaje de alcohol, y ácido acético.

El procesamiento de datos fue realizado con el Software Estadístico InfoStat, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Cuadro 1. Factores y niveles de la investigación.

| Factor | Niveles | |
|------------------------|----------------|---------------|
| Contenido de mucilago | Categoría A | Categoría B |
| Método de fermentación | Sin presecado | Con presecado |
| Tipo de fermentador | Caja de madera | Saco de yute |

Costeos de los tratamientos

Se desarrolló el costeo considerando el uso del fermentador (caja o saco) según el tratamiento, excluyendo costos variables como el cacao y cualquier otro insumo. Además, se elaboró la proyección de uso durante seis meses y un año.

Resultados y Discusión

Condiciones ambientales de la fermentación

El registro de la temperatura ambiente y humedad relativa dentro del centro de acopio se resume en Cuadro 2.

Según Bravo y Mingo (2011), al inicio del proceso la temperatura ambiental ejerce un papel importante. Esto es debido a que las fluctuaciones en la temperatura ambiente, perjudican el aumento continuo de temperatura en los granos de cacao; para contrarrestar este efecto fue necesaria la utilización de plástico y sacos para cubrir los fermentadores.

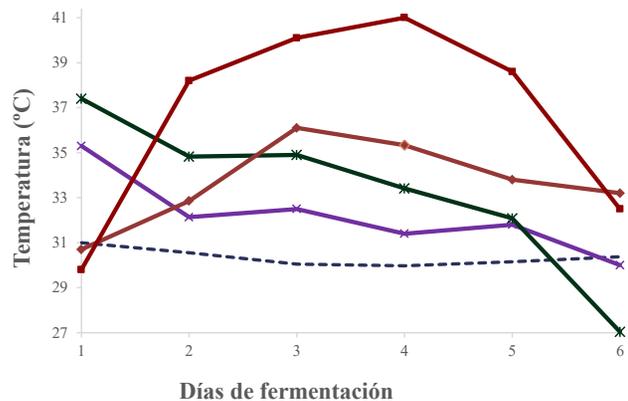
Monitoreo del proceso de fermentación

Medición de temperatura de los granos categoría A

Debido al presecado los granos en ambos fermentadores (T1 y T2), iniciaron el proceso con temperaturas altas (35.3°C y 37.4°C respectivamente), pero en lugar de aumentarla o mantenerla por unos días, ésta fue disminuyendo, hasta llegar a valores por debajo de la temperatura ambiente promedio (Fig. 1).

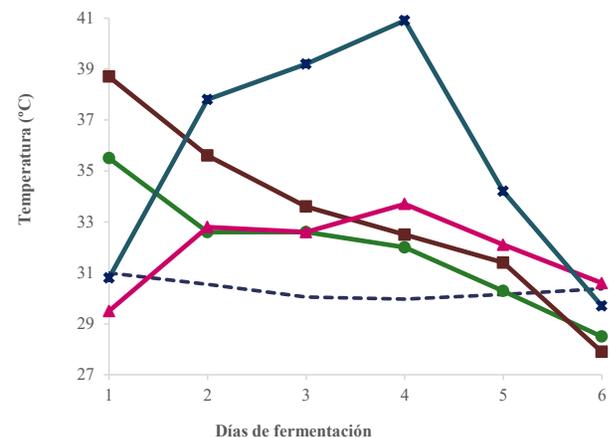
En cambio, los tratamientos sin presecado (T3 y T4), iniciaron con temperaturas de 31°C y 30°C respectivamente, aumentando gradualmente durante el periodo de fermentación, alcanzando el punto máximo entre los días 3 y 4 con temperaturas de 36.1°C y 41.0°C correspondientemente.

A pesar que, los granos fueron sometidos al mismo método de fermentación, la notable diferencia de temperatura entre ambos tratamientos (T3 y T4), se debió al tipo de fermentador. Según Bravo y Mingo (2011) los sacos de yute generan mayores temperaturas que las cajas de madera, situación que fue observada en el proceso.



--- Ambiente -x- T1 -* T2 -◇ T3 -■ T4

Figura 1. Comportamiento de la temperatura de los granos con mayor contenido de mucilago (categoría A) durante la fermentación.



--- Ambiente -● T5 -■ T6 -▲ T7 -◆ T8

Figura 2. Comportamiento de la temperatura del grano con menor cantidad de mucilago (categoría B) durante la fermentación.

Medición de temperatura de los granos categoría B

Los granos categoría B que recibieron presecado (T5 y T6) comenzaron el proceso, con temperaturas altas (35.5°C y 38.7°C respectivamente) (Fig. 2). Sin embargo, al igual que los granos categoría A (T1 y T2), no lograron el aumento gradual de temperatura, disminuyendo luego del presecado. Por su parte los granos que no fueron presecados (T7 y T8) al igual que los granos categoría A (T3 y T4) mostraron un incremento gradual con una temperatura inicial de 29.5°C y 31°C respectivamente, alcanzando su valor máximo en el día 4 (33.7°C y 40.9°C respectivamente), concordando para los fermentados en sacos de yute (T8) con los resultados de la Sociedad Alemana de Corporación Técnica, citada por Riera (2009), quienes afirman que en el cuarto día se debe alcanzar una temperatura de 40°C.

Nuevamente el tipo de fermentador influyó en la temperatura de los granos de cacao, ya que, en las cajas de madera (T5 y T7), se alcanzaron menores picos de temperatura que en los fermentados en sacos de yute (T6 y T8). A pesar de ello, los ocho tratamientos tuvieron un considerable aumento de temperatura, de forma inducida para los que recibieron presecado y natural para los tratamientos sin presecado. Dicho aumento es importante, ya que, es responsable en parte de la muerte del embrión y del inicio de las reacciones enzimáticas en los tejidos del cotiledón que dan origen a los precursores del sabor y aroma a chocolate (Braudeau, citado por Graziani *et al.* 2003). Sin embargo, ningún tratamiento logró una temperatura promedio de 45°C en su punto máximo como menciona Wood citado por Palacios (2008), debido a que la temperatura generada en la masa de fermentación está relacionada con la temperatura ambiente y micro fauna del

Cuadro 2. Monitoreo de temperatura y humedad relativa promedios en el centro de acopio de ACPACI de R.L. durante el proceso de fermentación.

| Día | Temperatura (°C) | | | Humedad Relativa (%) | | |
|-----|------------------|------|------|----------------------|------|------|
| | Media | Max. | Min. | Media | Max. | Min. |
| 0 | 30.3 | 32.9 | 26.3 | 69.4 | 72.5 | 66.3 |
| 1 | 30.6 | 33.1 | 25.9 | 69.5 | 75.9 | 66.1 |
| 2 | 31.0 | 33.2 | 26.3 | 69.0 | 76.1 | 63.0 |
| 3 | 30.6 | 33.0 | 25.8 | 67.9 | 71.1 | 65.5 |
| 4 | 30.1 | 33.0 | 25.8 | 67.5 | 75.3 | 61.5 |
| 5 | 30.0 | 32.8 | 25.7 | 67.9 | 70.0 | 66.5 |
| 6 | 30.2 | 32.9 | 25.9 | 69.2 | 76.8 | 63.2 |
| 7 | 30.4 | 33.0 | 25.8 | 72.5 | 75.8 | 67.8 |

lugar (Hardy, citado por Sánchez 2007). No obstante, los granos de categoría A y B fermentados en saco de yute, sin presecado (T4 y T8), tuvieron un punto máximo de temperatura de 41.0°C y 40.9°C respectivamente, similar al obtenido por Graziani *et al.* (2003) en un fermentador de caja (41.3 °C), logrando una buena fermentación de los granos.

Comportamiento de la fermentación en los granos categoría A

Granos sometidos al presecado

El comportamiento de la fermentación en la etapa anaerobia para los granos categoría A, fermentados en cajas de madera (T1) (Fig. 3) y fermentados en sacos de yute (T2) (Fig. 4), fue limitada debido al presecado, causando una baja transformación de los azúcares en alcohol con una correlación directa entre ambos parámetros ($r=0.85$ y $r=0.95$ para T1 y T2 respectivamente). En contraste, en la etapa aerobia la fermentación aumentó luego del primer volteo (día 2) en ambos tratamientos, ya que según Braudeau, citado por Enríquez (1985) las bacterias acéticas oxidan el alcohol etílico en ácido acético, el cual penetra en el cotiledón por lo que, existe una relación inversamente proporcional entre el alcohol de la testa y el ácido en el cotiledón, siendo ésta mayor para los granos fermentados en cajas ($r=-0.80$) y menor para los fermentados en sacos ($r=-0.15$). La reacción planteada por Braudeau, citado por Enríquez (1985) es exotérmica, causando una elevación en la temperatura de la masa de fermentación, con una correlación directa entre temperatura y acidez, débil para los granos fermentados en caja de madera ($r=0.25$) y moderada para los fermentados en saco de yute ($r=0.44$). Logrando de manera inducida en este último, la fermentación total descrita por Bravo y Mingo (2011). Ya que luego de aplicar el presecado (día 1) se registró la temperatura más alta, y pH más bajo, con una baja correlación ($r=-0.37$) entre ambos parámetros. A pesar que en los granos fermentados en caja de madera (T1) la correlación fue inversa con $r=-0.36$, no logró dicho aumento de temperatura y disminución de pH en el mismo día. Por lo que el tipo de fermentador utilizado para los granos presecados influyó en la fermentación.

Granos sin proceso de presecado

La fermentación alcohólica generada en la testa de los granos categoría A, sin presecado, fermentados en caja de madera (T3) (Fig. 5), y fermentados en sacos de yute (T4) (Fig. 6), fue baja, al igual que en los tratamientos con presecado. Con una correlación directa entre grados Brix y grados de alcohol con $r=0.08$ y $r=0.42$ para T3 y T4 respectivamente. En cambio, la fermentación acética aumento luego del primer volteo (día 2), validándose con la correlación inversa existente entre grados de alcohol y porcentaje de acidez con valores de $r=-0.12$ para T3 y $r=-0.69$ para T4. Así como, con el aumento de la temperatura y acidez en el cotiledón con $r=0.46$ y $r=0.59$ para T3 y T4 correspondientemente. Alcanzando además, la máxima temperatura y menor pH, en el día 3 para los granos fermentados en cajas de madera (T3) y en el día 4 para los fermentados en sacos de yute (T4), corroborándose con la alta correlación inversa entre ambos parámetros con valores de $r=-0.88$ para T3 y $r=-0.95$ para T4.

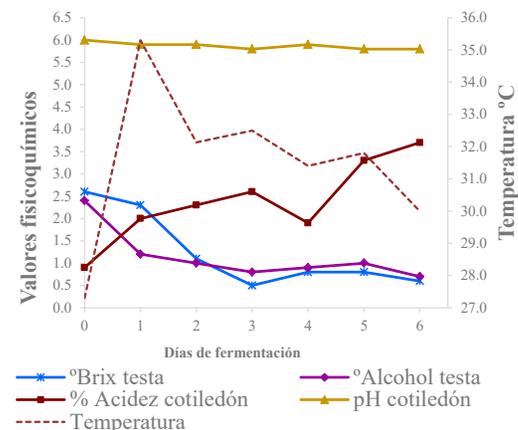


Figura 3. Comportamiento de la fermentación para los granos categoría A, presecados y fermentados en caja de madera (T1).

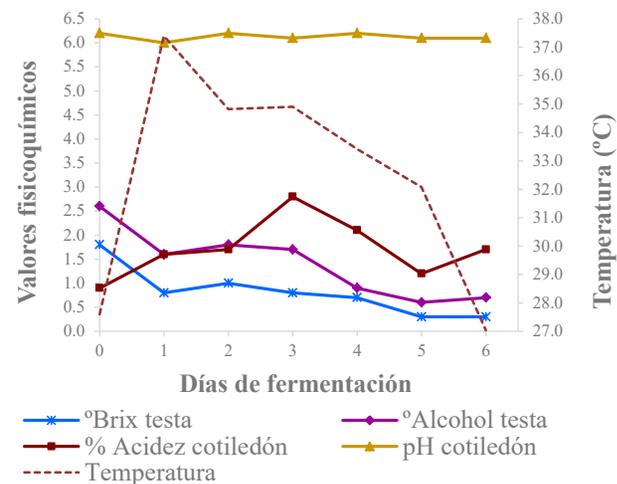


Figura 4. Comportamiento de la fermentación para los granos categoría A, presecados y fermentados en saco de yute (T2).

Comportamiento de la fermentación en los granos categoría B

Granos sometidos al presecado

El proceso de fermentación en la etapa anaerobia para los granos categoría B, fermentados en cajas de madera (T5) (Fig.7), y en sacos de yute (T6) (Fig. 8), al igual que en los tratamientos categoría A (T1 y T2), fue afectado por el presecado.

Por lo que, no se percibió el incremento de grados alcohol y disminución de grados Brix, siendo la correlación entre ambos factores directamente proporcional con $r=0.96$ y $r=0.99$ para T5 y T6 respectivamente. Por su parte, la fermentación acética inició desde el día 1, mermando la cantidad de alcohol formado en testa, verificándose con una relación inversa entre los grados de alcohol y el porcentaje de acidez con $r=-0.78$ y $r=-0.65$ para T5 y T6 respectivamente. Consiguiendo, además, para los granos fermentados en saco de yute (T6), la relación directa entre la temperatura y la acidez ($r=0.69$), la cual fue inducida debido al presecado aplicado. Obteniendo en ese día el valor más alto en temperatura y más bajo de pH, con una relación inversa entre ambos ($r=-0.16$). En cambio, para los granos fermentados en caja de madera (T5) no existió una correlación entre el pH más bajo y la temperatura más alta. Por lo que el tipo de fermentador influye en el proceso de fermentación para los granos categoría B que recibieron presecado.

Granos sin proceso de presecado

El comportamiento de la fermentación alcohólica para los granos categoría B, sin presecado, fermentados en caja de madera (T7) (Fig. 9) y fermentados en saco de yute (T8) (Fig.10) mostró una tendencia similar a la de los demás tratamientos, con una débil transformación de los azúcares en alcohol con una correlación directamente proporcional con $r=0.86$ y $r=0.97$ para T7 y T8 respectivamente. Por el contrario, la fermentación acética se desarrolló desde el primer volteo (día 2), con una relación inversa entre el alcohol en testa y el ácido penetrado dentro del cotiledón con una correlación $r=-0.44$ en los fermentados en caja (T7) y $r=-0.78$ en los fermentados en saco (T8). Evidenciando que esta fermentación es exotérmica con una correlación positiva entre la acidez del cotiledón y la temperatura de los granos con valores de $r=0.55$ y $r=0.53$ para T7 y T8 respectivamente. Alcanzando para los granos fermentados en saco de yute (T8) en el día 4, el máximo de temperatura promedio (40.9°C) y pH mínimo en el cotiledón (5.9), creando una fuerte correlación inversa ($r=-0.80$) durante todo el proceso. En cambio, en los granos fermentados en caja de madera (T7) a pesar de la fuerte correlación entre temperatura y pH del grano ($r=-0.75$), no logró la fermentación total, ya que no se alcanzó el máximo valor de temperatura y mínimo de pH en un día determinado.

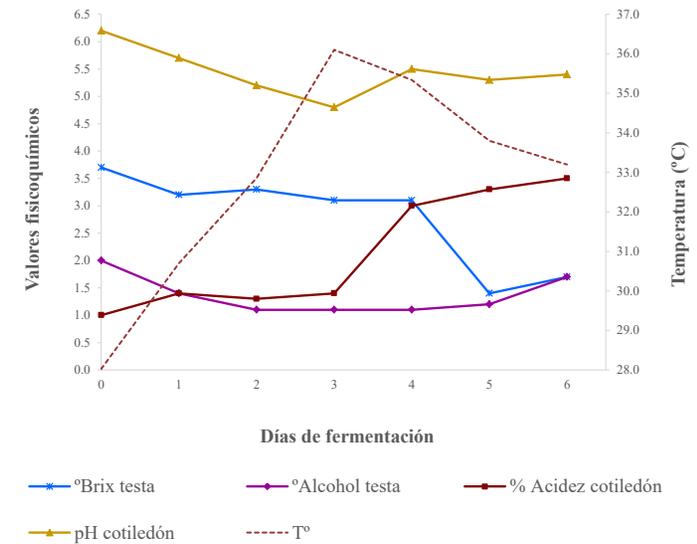


Figura 5. Comportamiento de la fermentación para los granos categoría A, sin presecado y fermentados en caja de madera (T3).

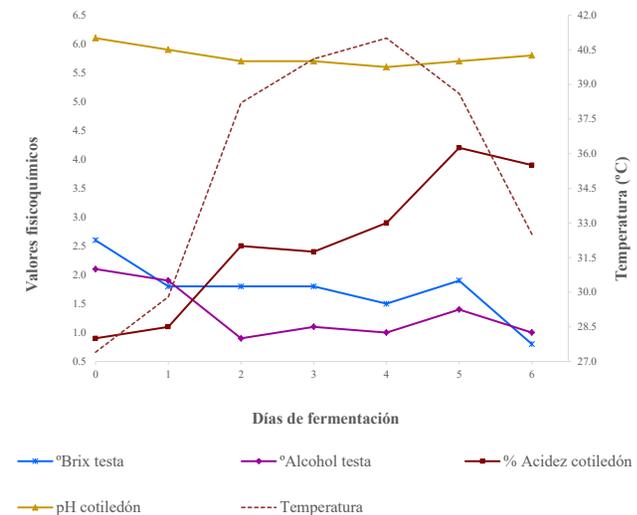


Figura 6. Comportamiento de la fermentación para los granos categoría A, sin presecado y fermentados en sacos de yute (T4).

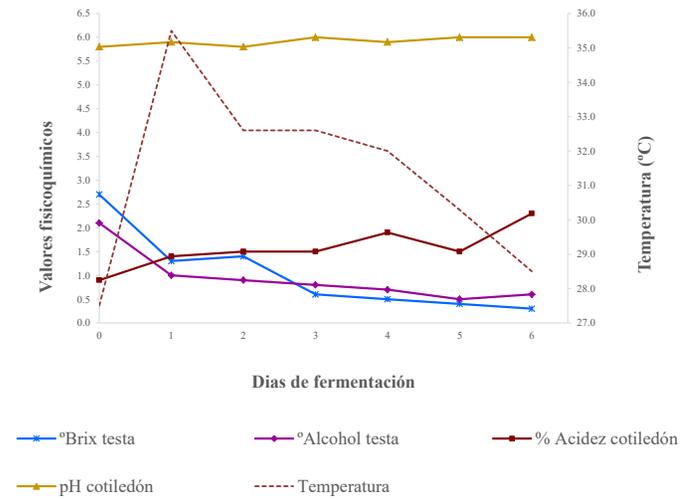


Figura 7. Comportamiento de la fermentación para los granos categoría B, presecados y fermentados en caja de madera (T5).

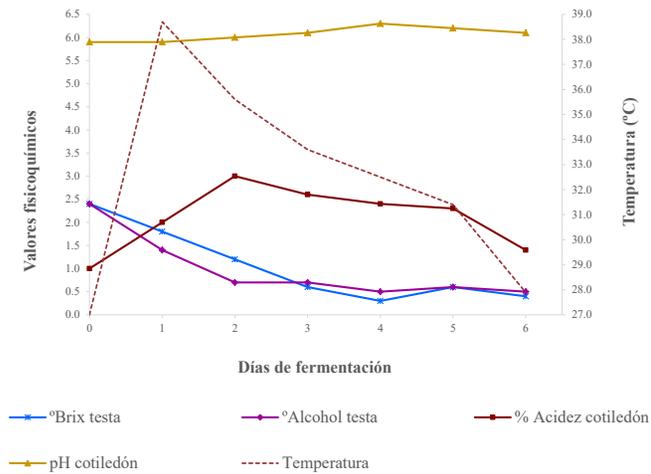


Figura 8. Comportamiento de la fermentación para los granos categoría B, presecados y fermentados en saco de yute (T6).

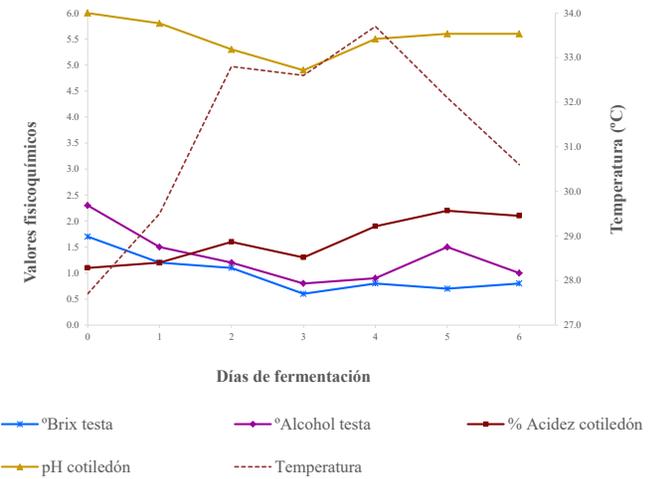


Figura 9. Comportamiento de la fermentación alcohólica para los granos categoría B, sin presecado, fermentados en caja de madera (T7)

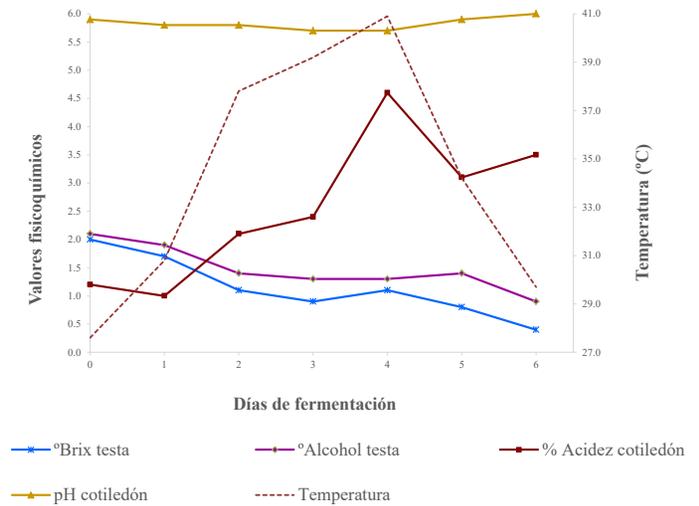


Figura 10. Comportamiento de la fermentación alcohólica para los granos categoría B, sin presecado, fermentados en saco de yute (T8).

Estado del grano

Color interno del grano

El color de los cotiledones varía de morado claro a rojizo - marrón para los granos bien fermentados, evidenciando la afirmación de Bravo y Mingo (2011). Observando el cambio interno de color morado claro a rojizo para los granos categoría A y B, fermentados en cajas y sacos (T3, T4, T6, T7 y T8), Siendo mayor para los granos fermentados con sacos de yute (T4, T6 y T8) (Cuadro 3). Así como el cambio de color morado a marrón para los granos que recibieron presecado (T1, T2, y T5), en el último día de fermentación (Fig. 11).

Mortalidad del embrión

Para los granos categoría A y B, fermentados en cajas y sacos (T1, T2, T5 y T6), el presecado provocó la muerte de los embriones desde el día 1 (Cuadro 4). En cambio, para los granos de ambas categorías sin presecado (T3, T4, T7 y T8) la muerte del embrión inició a partir del día 3. A pesar de esta diferencia, los granos categoría A sin presecado, fermentados en caja (T3) y en saco (T4), obtuvieron la mayor cantidad de embriones muertos. Por el contrario, los granos categoría B con igual fermentador y método de fermentación (T7 y T8), resultaron con la menor cantidad de embriones muertos.

Presencia de líquido y fisura interna

En los granos categoría A y B sometidos al presecado (T1, T2, T5 y T6) la cantidad de líquido (Cuadro 5) y fisuras internas (Cuadro 6) son bajas, debido a la exposición directa al sol. Ya que el mucílago en la testa disminuye, perdiendo humedad y compactándose internamente, limitando las condiciones normales del proceso de fermentación. Al contrario, los granos que no recibieron el presecado (T3, T4, T7 y T8), generaron mayor cantidad y profundidad en las fisuras y en la cantidad de líquido desprendido. Siendo superiores para los fermentados en sacos de yute (T4 y T8). Por lo que, fermentar con sacos de yute, sin presecado, genera un mayor fraccionamiento y líquido interno en ambas categorías de grano.

Secado

Se midió el pH, los sólidos solubles totales (grados Brix), grados de alcohol y porcentaje de acidez del grano luego del secado, en el cotiledón y testa de cada tratamiento (Cuadro 7). Esta última en todos los tratamientos tuvo un descenso en acidez, alcohol y grados Brix y un aumento en el pH, confirmando la aseveración de Wood, citado por Sánchez (2007) quien menciona que «el contenido de agua, la acidez, la astringencia del grano disminuye y el pH aumenta».

En el cotiledón el pH fluctuó entre 5.7 a 6.3 (Fig.12). Siendo estos valores mucho mayores a los reportados por Enríquez (1985), quien indica que, «el pH sube en forma lenta llegando hasta 5.4». Al evaluar dicho parámetro con un análisis de varianza, no se detectaron diferencias significativas (p-valor >0.05), en la combinación de

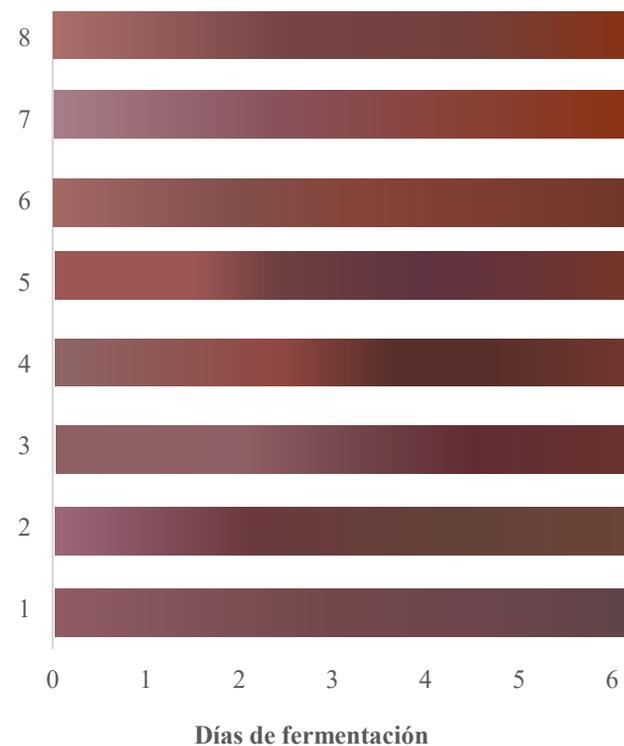


Figura 11. Comportamiento de color interno del grano en los ocho tratamientos.

los tratamientos. Con el secado se evidenció la disminución de los sólidos solubles totales, grados de alcohol y acidez, llegando a valores de 1.0 a 1.3 para los grados de alcohol, y de 1.1 a 1.4% para la acidez. Estos últimos siendo concordantes a los de Armijos (2002), quien afirma que, «el contenido de ácidos orgánicos compuestos que aportan a la acidez del perfil sensorial del cacao, varía entre el 1.2% y 1.6%».

Cuadro 3. Comportamiento de color interno de los granos de cacao bajo dos métodos de fermentación, dos fermentadores, en dos categorías de grano, expresado en el modelo de color RGB.

| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| R 145 G 108 B 116 | R 156 G 101 B 122 | R 142 G 96 B 99 | R 141 G 101 B 101 | R 134 G 72 B 71 | R 162 G 104 B 101 | R 169 G 110 B 106 | R 167 G 125 B 135 |
| R 114 G 72 B 74 | R 107 G 58 B 61 | R 142 G 96 B 99 | R 141 G 101 B 101 | R 110 G 64 B 64 | R 130 G 79 B 75 | R 169 G 110 B 106 | R 167 G 125 B 135 |
| R 110 G 69 B 77 | R 107 G 58 B 61 | R 144 G 95 B 101 | R 141 G 101 B 101 | R 110 G 64 B 64 | R 130 G 79 B 75 | R 169 G 110 B 106 | R 167 G 125 B 135 |
| R 91 G 69 B 72 | R 107 G 58 B 61 | R 116 G 71 B 76 | R 144 G 71 B 65 | R 110 G 64 B 64 | R 134 G 66 B 55 | R 118 G 68 B 69 | R 145 G 88 B 99 |
| R 91 G 69 B 72 | R 99 G 65 B 56 | R 106 G 51 B 46 | R 144 G 71 B 65 | R 95 G 51 B 64 | R 112 G 54 B 43 | R 118 G 68 B 69 | R 145 G 88 B 99 |
| R 91 G 69 B 72 | R 108 G 68 B 56 | R 106 G 51 B 46 | R 87 G 46 B 42 | R 95 G 51 B 64 | R 112 G 54 B 43 | R 112 G 59 B 53 | R 145 G 88 B 99 |
| R 91 G 69 B 72 | R 108 G 68 B 56 | R 106 G 51 B 46 | R 115 G 56 B 46 | R 120 G 54 B 38 | R 112 G 54 B 43 | R 112 G 59 B 53 | R 138 G 49 B 17 |

Cuadro 4. Mortalidad de embriones en los granos de cacao.

| Día | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 8 | 7 | 10 | 10 | 7 | 5 | 10 | 10 |
| 2 | 6 | 3 | 10 | 10 | 4 | 3 | 10 | 10 |
| 3 | 4 | 3 | 6 | 5 | 4 | 2 | 8 | 7 |
| 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 7 | 5 |
| 5 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 6 | 5 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 |

Cuadro 5. Estimación del contenido de líquido dentro de los granos de cacao.

| Día | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.0 | 0.3 |
| 3 | 0.7 | 0.0 | 2.0 | 1.7 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 2.7 |
| 4 | 0.8 | 0.0 | 2.7 | 3.7 | 0.7 | 1.0 | 2.0 | 3.3 |
| 5 | 1.2 | 0.0 | 3.3 | 3.7 | 0.7 | 1.2 | 3.3 | 4.0 |
| 6 | 1.2 | 0.0 | 3.7 | 4.0 | 0.7 | 1.2 | 3.7 | 4.0 |

Cuadro 6. Valoración de las fisuras internas en los granos de cacao.

| Día | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 1 | 2.5 | 1.3 | 2.0 | 2.0 | 2.3 | 2.3 | 2.0 | 2.0 |
| 2 | 2.8 | 1.7 | 2.0 | 2.3 | 3.0 | 2.3 | 2.0 | 2.0 |
| 3 | 2.8 | 2.0 | 2.7 | 3.0 | 3.0 | 2.7 | 2.7 | 3.0 |
| 4 | 3.1 | 2.0 | 3.7 | 4.3 | 3.3 | 3.0 | 3.3 | 3.0 |
| 5 | 3.1 | 2.0 | 3.7 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 3.8 |
| 6 | 3.1 | 2.3 | 4.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 |

Cuadro 7. Parámetros físico químicos después del secado para cotiledón y testa.

| Tratamiento | Humedad (%) | pH | | Grados Brix | | Grados de Alcohol | | Acidez (%) | |
|-------------|-------------|-----------|-------|-------------|-------|-------------------|-------|------------|-------|
| | | Cotiledón | Testa | Cotiledón | Testa | Cotiledón | Testa | Cotiledón | Testa |
| 1 | 6.8 | 5.9 | 6.1 | 1.2 | 0.6 | 1.2 | 0.9 | 1.4 | 1.1 |
| 2 | 6.9 | 6.3 | 6.3 | 1.2 | 0.4 | 1.2 | 0.5 | 1.4 | 0.7 |
| 3 | 7.1 | 5.7 | 5.9 | 2.3 | 1.3 | 1.8 | 1.2 | 1.8 | 1.7 |
| 4 | 7.0 | 6.1 | 6.3 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 1.1 | 1.6 |
| 5 | 6.9 | 6.1 | 6.2 | 1.0 | 0.7 | 1.0 | 0.6 | 1.3 | 0.8 |
| 6 | 6.7 | 6.2 | 6.2 | 1.1 | 0.5 | 1.2 | 0.5 | 1.2 | 0.6 |
| 7 | 7.0 | 6.1 | 6.2 | 1.5 | 0.6 | 1.3 | 0.7 | 1.5 | 1.0 |
| 8 | 7.0 | 6.0 | 6.4 | 1.1 | 0.6 | 1.3 | 0.7 | 1.4 | 0.9 |

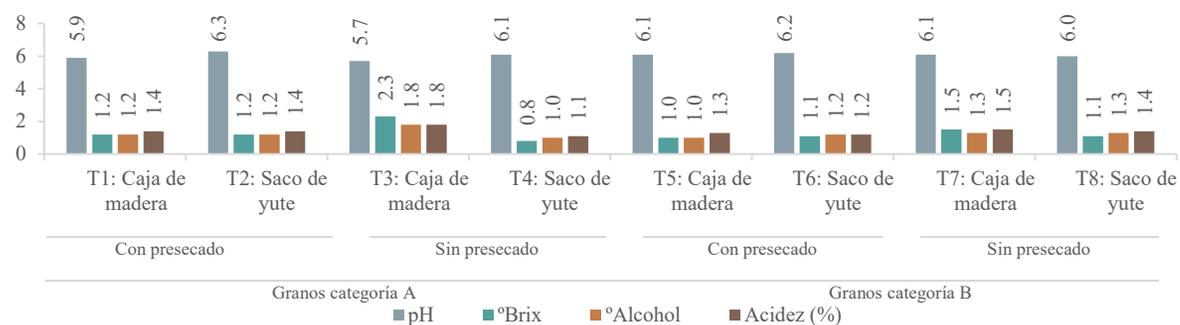


Figura 12. Parámetros físico químicos después del secado en los cotiledones.

Análisis bromatológico

Se analizó el contenido de grasa proteína y ceniza antes del proceso de fermentación (grano fresco) y después del proceso de secado (Fig. 13), no constituyéndose en el campo un dato que puede ser valorado, sin embargo, se cuantifica con la finalidad de establecer un criterio que permita generalizar en parte la aceptación del producto generado en la zona de trabajo y que sea de interés para la industria cacaotera.

El porcentaje de grasa en el grano fresco (48.0%), es levemente menor al obtenido por Wakao, citado por Palacios (2008), (54.0%). Según Bravo y Mingo (2011), este parámetro está relacionado a factores como: calidad de suelo, genotipo (variedad) y clima (microclima). Luego de los procesos de fermentación y secado estos valores se redujeron entre 5 y 11%. Efecto verificado por Asep *et al.* (2008), determinando que el rendimiento de la manteca de cacao extraída de granos no fermentados es mayor que la de los granos con fermentación completa. Siendo esta reducción mayor para los granos categoría A y B, sin presecado, fermentados en caja de madera (T3 y T7). Y menor para los granos categoría A y B, sin presecado, fermentados en sacos de yute (T4 y T8). No obstante, al realizar el análisis de varianza no existió diferencia significativa entre los tratamientos (p -valor >0.05) a un nivel de 5%.

En cambio, el porcentaje de proteína (18.96%) y ceniza (4.68%) es superior al registrado por Wakao, citado por Palacios (2008), 11.5% y 2.60% respectivamente; los cuales luego de la fermentación y secado sufren una leve disminución. A dichos valores se les realizó un análisis de varianza, siendo no significativos (p -valor >0.05) para el porcentaje de proteína y ceniza.

Determinación del grado de fermentación y calidad del grano

Prueba de agua

La mayoría de tratamientos obtuvieron porcentajes de fermentación por arriba del estándar (70%), únicamente los granos categoría A sin presecado y fermentados en caja de madera (T3) mostraron un bajo nivel de fermentación (Cuadro 8). No obstante, según Bravo y Mingo (2011) la prueba de agua da criterios poco cercanos a la realidad ya que durante el proceso de fermentación todos los granos deben fraccionarse internamente y aumentar de volumen siendo difícil debido al espesor de la testa. Dando resultados diferentes con la prueba de corte la cual se considera más concluyente.

Al evaluar con un análisis de varianza los granos bien fermentados y mal fermentados, se determinó que no existen diferencias significativas (p -valor > 0.05) con un nivel del 5% entre los tratamientos.

Prueba de corte

Los granos de cacao categoría A y B con mayor porcentaje de buena fermentación y menor de levemente fermentado fueron los que no recibieron presecado y fermentados en saco de yute (T4 y T8) con 76.3 y 78.7% respectivamente, así como los granos categoría B, sin presecado, fermentados en caja de madera (T7) con 77% (Cuadro 9). Sin embargo, los análisis de varianza no detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en ambas variables con un nivel de significancia del 5%. El menor porcentaje de granos violeta se registró en los tratamientos categoría B, siendo los granos fermentados en caja de madera y sin presecado (T7), los que obtuvieron los mejores resultados.

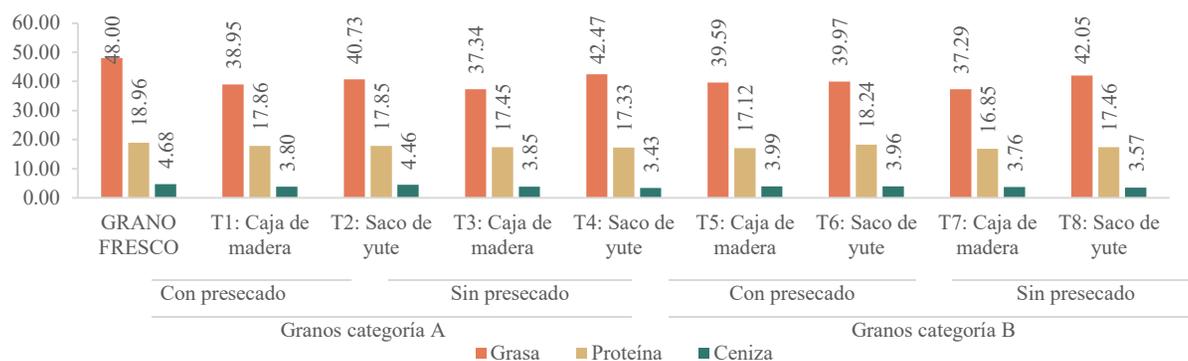


Figura 13. Análisis bromatológico de los granos de cacao .

Cuadro 8. Prueba de agua para los granos fermentados y secos.

| Tratamiento | Bien fermentados (%) | Mal fermentados (%) |
|-------------|----------------------|---------------------|
| T1 | 85 | 15 |
| T2 | 91 | 9 |
| T3 | 35 | 65 |
| T4 | 85 | 15 |
| T5 | 95 | 5 |
| T6 | 97 | 3 |
| T7 | 71 | 29 |
| T8 | 97 | 3 |

Cuadro 9. Evaluación de los factores físicos de calidad de los granos de cacao fermentados en dos tipos de fermentadores y dos métodos de fermentación.

| Factores | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cantidad de granos en 100g | | 84 | 79 | 84 | 89 | 89 | 89 | 92 | 91 |
| Humedad (%) | | 6.8 | 6.9 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 7.0 | 7.0 |
| Fermentación (%) | Buena | 54.7 | 53.7 | 52.3 | 61.0 | 54.3 | 48.0 | 60.0 | 67.0 |
| | Leve | 16.3 | 21.0 | 18.7 | 15.3 | 21.0 | 18.7 | 17.0 | 11.7 |
| | Total | 71.0 | 74.7 | 71.0 | 76.3 | 75.3 | 66.7 | 77.0 | 78.7 |
| Defectos (%) | Violeta | 25.7 | 22.7 | 23.3 | 22.3 | 21.0 | 22.7 | 19.3 | 20.0 |
| | Pizarroso | 3.3 | 2.7 | 5.3 | 0.7 | 3.7 | 9.3 | 2.0 | 1.0 |
| | Con presencia de moho | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 0.0 | 1.3 | 1.7 | 0.3 |
| | Total | 29.0 | 25.3 | 29.0 | 23.7 | 24.7 | 33.3 | 23.0 | 21.3 |

En cambio, para los granos categoría A, el tratamiento sin presecado y fermentado con sacos de yute (T4), fue el que tuvo un menor porcentaje. Pese a esto, al evaluarlos mediante un análisis de varianza, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) a un nivel del 5%.

Con respecto al porcentaje de granos pizarrosos, los mejores resultados se obtuvieron en los granos categoría A y B, sin presecado y fermentados en sacos de yute (T4 y T8). Al realizar el análisis de varianza para la interacción principal (tratamientos), no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) a un nivel del 5%. A pesar que no fue sensible estadísticamente, los granos categoría B, con presecado y fermentados en saco de yute (T6), tienen la mayor cantidad de granos pizarrosos, comparados con el resto de tratamientos. Al evaluar la presencia de moho, tienen ausencia de este defecto los tratamientos de grano categoría A que recibieron presecado (T1 y T2), así como los granos categoría B fermentados en caja (T5). Pese a esto, al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos con un nivel del 5%.

Al comparar los resultados de la prueba de corte con la clasificación planteada por INTECO (2009) en la norma INTE 23-02-04-09, a pesar que todos los tratamientos cumplen con el peso y humedad requerida (95 granos máximo y 7.5%), únicamente los granos categoría A y B, sin presecado, fermentados en sacos de yute (T4 y T8), se catalogaron como granos fermentados grado I. Siendo estos los que lograron el máximo de temperatura para el día 4. Así como, el mejor comportamiento en los parámetros físico químicos y mayor cantidad y profundidad de fisuras internas. Los

granos categoría A, presecados, fermentados en sacos de yute y los granos categoría B sin presecado, fermentados en caja de madera (T2 y T7), clasifican como granos fermentados grado II. Los granos categoría A, con y sin presecado, fermentados en caja de madera (T1 y T3), al igual que los granos categoría B, presecados, con ambos tipos de fermentadores (T5 y T6), se consideran como granos sin fermentar, debido a la cantidad de granos pizarrosos.

Costeo de los tratamientos

El menor costo de un proceso de fermentación es sin la aplicación del presecado, con el uso de sacos como fermentador (T4 y T8) con un valor de: \$257.33. Igualmente, al realizar la estimación para seis meses en cuyo periodo se hacen doce procesos de fermentación (considerando que el cacao se recibe cada quince días), ambos tratamientos requieren de una menor inversión, obteniendo resultados similares al hacer la proyección a un año (Cuadro 10).

No obstante, las cajas de madera tienen un tiempo de vida útil más largo, por lo que, no requiere una reinversión a corto plazo; debido a esto, su costo se va dividiendo a medida que se hace uso de ellas, obteniendo costos menores a largo plazo (5 años). Caso contrario el de los sacos, pues el desgaste de ellos es más rápido y se requiere de una nueva compra en poco tiempo.

Cuadro 10. Proyección de costo de aplicación de un método y un fermentador.

| Método | Detalle | Unidad | Precio unitario (\$) | Proyección Para 6 Meses | | | Proyección Para 1 Año | | |
|---------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------------------|----------------|------------|-----------------------|----------------|------------|
| | | | | Cantidad | Sub Total (\$) | Total (\$) | Cantidad | Sub Total (\$) | Total (\$) |
| Con presecado | Caja 1m ³ | Unidad | 430.00 | 3 | 1290.00 | | 3 | 1290.00 | |
| | Personal | Jornada diaria | 8.22 | 192 | 1578.24 | 2885.14 | 384 | 3156.48 | 4480.28 |
| | Sacos | Unidad | 2.43 | 5 | 12.15 | | 10 | 24.30 | |
| | Plástico | Yarda | 0.95 | 5 | 4.75 | | 10 | 9.50 | |
| | Sacos | Unidad | 1.87 | 90 | 168.30 | | 180 | 336.60 | |
| | Personal | Jornada diaria | 8.22 | 192 | 1578.24 | 1804.64 | 384 | 3156.48 | 3609.28 |
| | Sacos | Unidad | 2.43 | 20 | 48.60 | | 40 | 97.20 | |
| | Plástico | Yarda | 0.95 | 10 | 9.50 | | 20 | 19.00 | |
| Sin presecado | Caja 1m ³ | Unidad | 430.00 | 3 | 1290.00 | | 3 | 1290.00 | |
| | Personal | Jornada diaria | 8.22 | 168 | 1380.96 | 2687.86 | 336 | 2761.92 | 4085.72 |
| | Sacos | Unidad | 2.43 | 5 | 12.15 | | 10 | 24.30 | |
| | Plástico | Yarda | 0.95 | 5 | 4.75 | | 10 | 9.50 | |
| | Sacos | Unidad | 1.87 | 90 | 168.30 | | 180 | 336.60 | |
| | Personal | Jornada diaria | 8.22 | 168 | 1380.96 | 1607.36 | 336 | 2761.92 | 3214.72 |
| | Sacos | Unidad | 2.43 | 20 | 48.60 | | 40 | 97.20 | |
| | Plástico | Yarda | 0.95 | 10 | 9.50 | | 20 | 19.00 | |

Conclusiones

La mejor interacción entre tipo de fermentador y método de fermentación para el cacao acopiado en ACPACI de R.L., fue el uso de sacos de yute sin presecado en ambas categorías de grano (T4 y T8), obteniendo un cacao de calidad grado I, con el menor costo de inversión.

El saco de yute comparado con la caja de madera fue el tipo de fermentador que mostró los mejores resultados para la fermentación del cacao de ACPACI de R.L.

El método con presecado no tiene un beneficio verificable debido a que los cacaos trinitarios en las fincas en estudio no presentaban un exceso en la cantidad de mucilago.

La clasificación de categoría de grano en A y B, basada en la cantidad de mucilago, no genera diferencias significativas en el proceso de fermentación, siendo esta poco práctica e innecesaria al momento de fermentar.

Recomendaciones

En ACPACI de R.L. se pueden mejorar los resultados en la fermentación con las siguientes recomendaciones:

Realizar una separación por colores de las mazorcas antes del proceso de fermentación.

Caracterizar los materiales vegetales por finca con el fin de uniformizar la cosecha y fermentación.

En El Salvador es necesario generar nuevas investigaciones sobre cacao tales como:

Evaluar otros tipos de fermentador como cajas Rohan y cajones en escalera para la fermentación de cacao.

Indagar sobre el perfil microbiológico del proceso de fermentación.

Investigar sobre los periodos de aguante en la mazorca y su influencia en la fermentación.

Evaluar el proceso de degradación de las grasas durante los procesos de fermentación y secado del grano de cacao.

Investigar sobre los contenidos de alcohol y acidez en cotiledón, testa y lixiviado evaluando su comportamiento según el tipo de cacao y su incidencia en la fermentación.

Caracterizacion_organoleptica_cacao%20Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf

Agradecimientos

A Catholic Relief Services por parte del financiamiento de la investigación.

A la Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria Cacao “LOS IZALCOS” de Responsabilidad Limitada (ACPACI de R.L.).

Bibliografía

- AOAC (Association of official analytical chemist). 1980. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. Decimotercera edición. USA. 1018 p.
- Armijos, A. 2002. Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación. (En línea). Consultado: 19 sep. 2016. Disponible en: <https://books.google.com>.
- Asep, E; Jinap, S; Tan, T; Russly, A; Harcharan, S; Nazimah, S. 2008. The effects of particle size, fermentation and roasting of cocoa nibs on supercritical fluid extraction of cocoa butter. (En línea). Consultado: 1 feb. 2017. Disponible en: http://www.worldcocoaoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/asep2008.pdf
- Bravo, N; Mingo, F. 2011. Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L) en la parroquia Panguintza del cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. (En línea). Consultado: 23 jun. 2015. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/4951>
- Enríquez, E. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Coedición Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas CATIE. Costa Rica. 240p.
- INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica). 2009. Norma técnica Cacao y productos derivados del cacao — Cacao en grano — Clasificación y requisitos. (En línea). Consultado: 19 ene. 2017. Disponible en: http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_INTE_23-02-04-09.pdf
- Graziani, L; Ortiz, L; Álvarez, N; Trujillo, A. 2003. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. (En línea). Consultado: 23 nov. 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2003000200005
- Lambert, S. s.f. Fermentación del cacao. Aspectos generales. (En línea). Consultado: 5 may. 2016. Disponible en: http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/19_Fermentacion_del_Cacao.pdf
- Loor, N. 2006. Rehabilitación de huertas y fermentación del cacao fino de aroma bajo riego. (En línea). Consultado: 1 jul. 2015. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5499>
- Martínez, L. 2015. Estandarización del sistema de fermentación de cacao semilla. (En línea). Consultado: 23 jun. 2015. Disponible en: https://es.scribd.com/doc/280702732/Estandarizacion-de-Fermentacion-Cacao?secret_password=pEB0z2NVBbxc2jmqmVuA
- Palacios, Á. 2008. Establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano. (En línea). Consultado: 1 jun. 2016. Disponible en: www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTABLECIMIENTOS_PARAMETROS.pdf
- Ramos, G. 2017. Aspectos generales sobre la fermentación del cacao. In Análisis sensorial del licor de cacao y Primer concurso nacional de calidad de cacao: Revitalizando el Cacao fino de aroma (1, 2017, La libertad. El Salvador).
- Riera, M. 2009. Evaluación de tecnologías para la fermentación del cacao beneficiado CCN-51 (*Theobroma cacao* L). (En línea). Consultado: 24 jun. 2015. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/157905210/TESIS-FERMENTACION-DE-CACAO-pdf>
- Rufino, L; Morete, M; López, A. 2012. Mejoramiento del sistema de calidad del cacao fino de aroma en el proceso de post cosecha de la región tumbes. (En línea). Consultado: 23 ene. 2017. Disponible en: http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletin/es/cacao/resumen_completo.pdf
- Sánchez, S. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. (En línea). Consultado: 5 oct. 2016. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf



En el marco del aniversario 175 de la Universidad de El Salvador (UES), se inauguró el edificio del Auditorium del Instituto de Investigaciones en Ciencias Agroalimentarias y Ambientales (ICAUES) y Escuela de Postgrado y Educación Continua, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Reporte de *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse 1872 (Coleoptera: Meloidae: Tetraonycinae) para Honduras, Centro América

Rafael Menjívar Rosa
Departamento de Protección Vegetal,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador El Salvador, Centro América.
Correo: rafaelentomologo@gmail.com

Karla Cantarero
Escuela de Biología, Museo de Entomología,
Universidad Autónoma de Honduras
Tegucigalpa, Honduras, Centro América
Correo: karlacan25@yahoo.com

Christian Wildt
Escuela de Biología, Museo de Entomología,
Universidad Autónoma de Honduras ,
Tegucigalpa, Honduras, Centro América
Correo: chriswildt@hotmail.com

Resumen

Se reporta a *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse para Honduras, luego de identificar una especie rara de Meloidae, recolectada en un nido de abejas construido en los tubos de drenaje de un muro de cemento y piedra, hallado en Tegucigalpa M.D.C. La identificación se logró con base al trabajo de Pinto and Bologna, 1999, el cual contiene 49 especies de Meloidae para el nuevo mundo. Con este estudio, se adiciona a la riqueza entomológica de Honduras, una especie que estaba reportada hasta Costa Rica, sin haber registros más al norte de dicho país. Esto indica la importancia de seguir realizando estudios para conocer la biodiversidad, pues aún se encuentran insectos que no están reportados para Honduras o para la ciencia.

Palabras clave: Meloidae, escarabajo, ampollas, *Meloetyphlus*, Euglossini, Cleptoparasitismo.

Abstract

It is reported to *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse for Honduras, after identifying a rare species of Meloidae, collected in a nest of bees built in the drainage pipes of a concrete and stone wall, found in Tegucigalpa M.D.C. The identification was achieved based on the work of Pinto and Bologna 1999, which contains 49 species of Meloidae for the new world. With this study, it is added to the entomological richness of Honduras, a species that was reported to Costa Rica, with no records to the north of that country. This indicates the importance of continuing studies to know the biodiversity, because insects are still found that are not reported for Honduras or for science.

Keywords: Meloidae, blister, beetle, *Meloetyphlus*, Euglossini, Cleptoparasitism.

Introducción

La familia Meloide está bien representada en la región Neotropical, donde según Blackwelder (1944), citado por Raven, (1988), se han registrado 464 especies que contienen un reducido número que son plagas de los cultivos, siendo en parte sus efectos dañinos compensados por el beneficio que ejercen sus larvas al depredar huevos de insectos del Orden Orthoptera. Por otra parte, ciertas especies de esta familia, por su contenido de cantaridina, han sido recolectadas, disecadas y utilizadas en la preparación de medicinas de efectos diuréticos y afrodisíacos en humanos.

Meloetyphlus fuscatus Waterhouse, fue descrito como un nuevo género y especie por Waterhouse en 1872, a partir de un macho depositado en el Museo Británico de Historia Natural, el cual fue recolectado en Pebas, Loreto, Perú. Subsecuentemente, la especie fue registrada por Horn en 1928, para La Caja, San José, Costa Rica, basándose en un macho y una hembra depositados en el Instituto Alemán de Entomología (Deutsches Entomologisches Institut) (Selander, 1965).

Aunque está ampliamente distribuida, con ocurrencia documentada en Brasil, Ecuador, Perú, Trinidad, Costa Rica y posiblemente Colombia. *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse es una especie de Meloidea que ha sido encontrada como cleptoparásito (un organismo que vive a expensas de otro, robando su comida, más que alimentándose de él directamente y en algunos casos podría resultar en la muerte de un hospedero, si la larva de éste no tiene acceso a alimento) de nidos de *Eulema euplusia* (Hymenoptera: Apidae: Euglossinae) (Pinto and Bologna 1999, Garófalo *et al.* 2011). El primer estadio larval de *M. fuscatus* Waterhouse es una larva triangulina (un estadio larval activo que eclosiona en el suelo, pero que tiene tres garras al final de cada pata, lo que les permite trepar a plantas, en las cuales esperan a su insecto hospedero) del tipo forética (Selander 1965,1985), y por lo tanto, la larva se adhiere al cuerpo del adulto hospedero de la familia Hymenoptera cuando visitan las flores para luego ser llevado al nido de las abejas (Erickson *et al.* 1976 y Raven, 1988). Como el parásito ataca siempre celdas selladas de las abejas (Garófalo y Rozen 2001), los triangulinos probablemente tendrán que buscar una celda bien provisionada y permanecer allí. Luego de que la celda sea cerrada por la hembra hospedera, el triangulino consumirá primero el huevo ovipositado de la abeja y el desarrollo se completará consumiendo el alimento de la larva de la abeja (polen + néctar) almacenado en la celda (Garófalo *et al.* 2011). Una vez establecido, el triangulino se alimenta del huevo de su hospedero y al cabo de un corto tiempo muda para transformarse en una larva Scarabaeiforme que posee un cuerpo más robusto y patas más cortas, alimentándose del resto del huevo para luego alimentarse sobre las reservas de néctar del nido. Este estadio tiene una duración aproximada de siete días y también puede penetrar celdas vecinas para alimentarse de larvas y néctar. Al mudar da lugar a una larva Scarabaeiforme la cual sigue su alimentación sobre larvas y néctar para luego mudar nuevamente, pero

manteniendo la forma Scarabaeiforme, la cual a su vez da lugar al quinto estadio que es una larva coarctata. En este estadio la larva no se alimenta y permanece incluida en forma total o parcial en las mudas de los estadios precedentes.

Este estadio es la forma típicamente que puede entrar en diapausa, permitiéndole pasar por periodos de climas secos (sequía). Cuando las condiciones del clima son favorables, la larva coarctata da lugar al sexto estadio que es una larva Scolitoidea que no se alimenta y únicamente prepara una celda pupal para luego de una muda, obtener el estado de pupa (Raven, 1988). En el nido donde los Meloidea de ambos sexos son producidos, los individuos se aparearán y un nuevo ciclo comenzará (Garófalo *et al.* 2011).

La biología de *M. fuscatus* Waterhouse no está bien conocida (Garófalo *et al.* 2011). De acuerdo a Selander (1985), los adultos de dicha especie exhiben varias especializaciones que les permite adaptarse a la vida dentro del nido del hospedero, incluyendo la pérdida de los ojos, de la funcionalidad de las alas y los adultos no se alimentan.

No se ha encontrado hasta la fecha, alguna referencia bibliográfica que soporte la presencia de esta especie en Honduras o sus países vecinos (Guatemala, El Salvador y Nicaragua), por lo que se asume que este es el primer reporte de su presencia al norte de Costa Rica; sin embargo, cabe la posibilidad que si esté presente en tales países vecinos, pero no está documentado o simplemente, no se encontró alguna referencia.

Materiales y Métodos

De manera fortuita, en 2016, se recolectó un espécimen de un insecto muy peculiar que estaba dentro de un nido de una abeja (que no pudo ser recolectada), construido en un tubo de drenaje de un muro de cemento y piedra en Tegucigalpa M.D.C. (Fig.1)

Al revisar el nido, se observó un insecto alado bastante raro (Fig. 2), por lo que se recolectó y se trasladó al Museo de Entomología de la Universidad Autónoma de Honduras, para su identificación.

Resultados

Por medio de la clave para órdenes de insectos de Triplehorn and Johnson (2005), se ubicó al insecto en estudio como un Coleoptera perteneciendo a la familia Meloidea.

La familia Meloidea actualmente contiene aproximadamente 120 géneros y 2500 especies. El grupo ha atraído la atención desde tiempos antiguos y se cuenta entre la Taxa importante de insectos de zonas áridas y semi-áridas. La familia virtualmente es cosmopolita, apareciendo a través del mundo, excepto en Nueva Zelanda y en ciertas islas oceánicas (Pinto y Bologna 1999).



Figura 1. Tubo de desagüe donde se encontró el nido de la abeja.

Comúnmente se les refiere como escarabajos de las ampollas (blister beetles), porque son de particular interés debido a su importancia paramédica, veterinaria y agrícola. Con esta información, se buscó literatura, siendo así que se obtuvo el trabajo de Pinto y Bologna (1999), titulado *The New World genera of Meloidae (Coleoptera): a key and synopsis*, el cual fue usado para la identificación del espécimen hallado.

Así las cosas, se logró identificar al insecto como *Meloetyphlus*, cuya única especie descrita es *fuscatus* Waterhouse.

Diagnosis de *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse

Los adultos de esta especie carecen de todo vestigio de un ojo compuesto (Fig. 3) y probablemente nunca sale del nido de su abeja hospedera (la cual incluye a *Euplusia* y *Eulema*); la cabeza es grande y posee mandíbulas agrandadas (Fig. 4).

Un fuerte dimorfismo sexual también caracteriza a este género. La cabeza de la hembra es más grande en promedio para un Meloidae, pero no tan globosa y transversa como en el macho (Selander, 1965). Un entendimiento de la estructura y variación taxonómica en este género, se impide por su rareza y los registros geográficos ampliamente dispersos.

Sinonimia

Selander (1965) sinonimizó la especie con *attacephalus*. Borgmeier, 1937, con *fuscatus*, mientras que Kaszab (1966) lo consideró una sub-especie y describió una sub-especie adicional, *horni*. Selander (1985^a), trató ambas como sinónimos de la forma propuesta.



Figura 2. Adulto de *M. fuscatus* Waterhouse.

Discusión y Conclusiones

Pinto y Bologna (1999), también señalan que la distribución de la especie *M. fuscatus* Waterhouse, está presente en Costa Rica, Trinidad, Brasil, Ecuador, y Perú, pero la sub-familia está restringida al nuevo mundo.

Si se toma en cuenta la afirmación de los autores de que los estudios sobre esta especie están geográficamente dispersos, es posible que no incluyan a otros países centroamericanos como Honduras, Guatemala, El Salvador y Nicaragua o que los trabajos no estén publicados o no existan; sin embargo, en este pequeño trabajo, se demuestra que, por lo menos, esta especie está presente en Honduras.

El ejemplar descrito en este estudio está depositado en el Museo de Entomología de la Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Honduras.



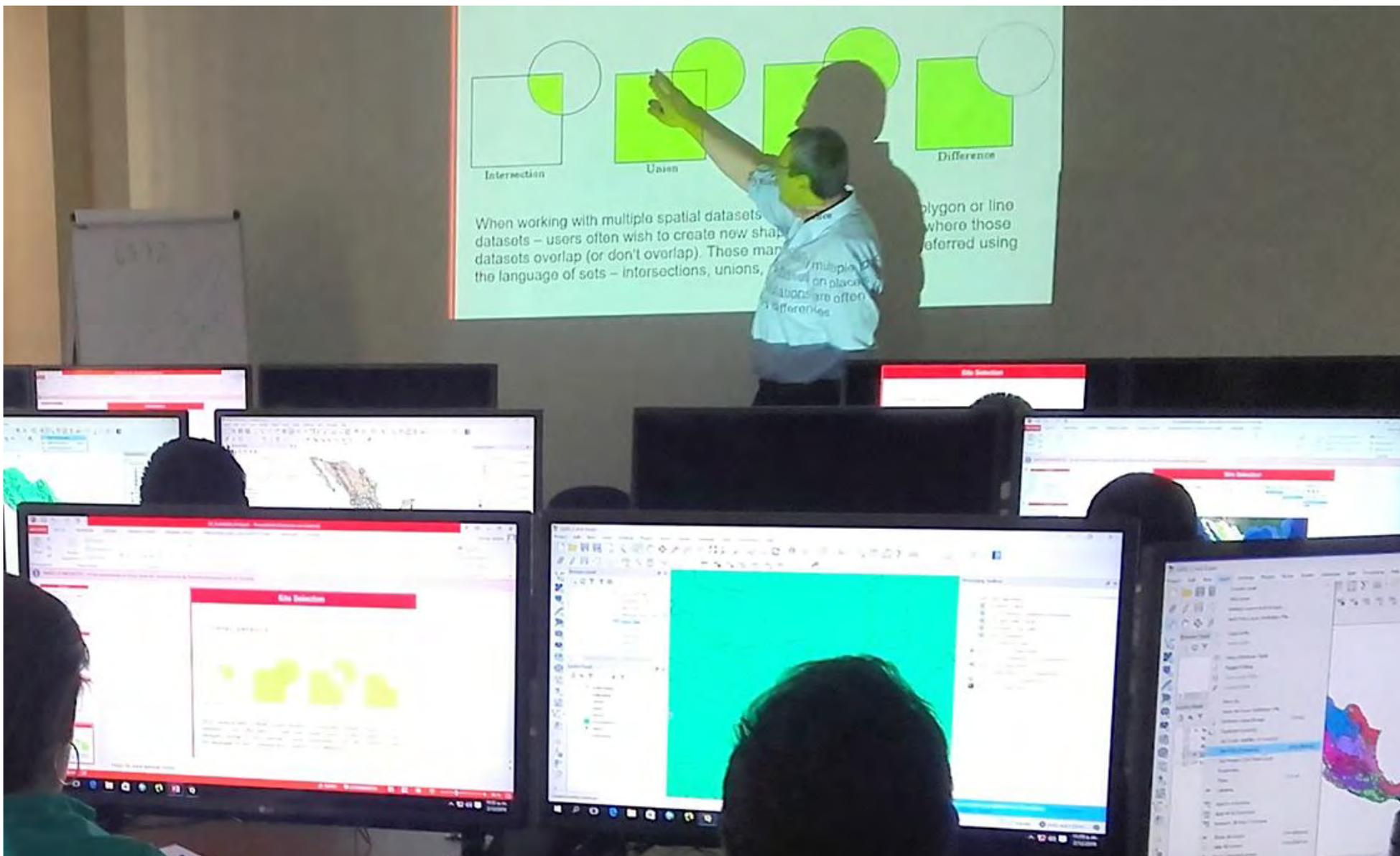
Figura 3. Adulto de *M. fuscatus* Waterhouse, cápsula cefálica con ausencia de ocelos y ojos compuestos.



Figura 4. Adulto de *M. fuscatus* Waterhouse, detalle de mandíbulas alargadas.

Bibliografía

- Borgmeier, T. 1937 Una nova especie de *Meloetyphlus* Waterhouse (1872), e a hypothese da myrmecophilia deste genero (Col. Meloidae). Rev. Entomol. 7, 247–255
- Erickson, E. H., Enns, W. R. and Werner, F. G. 1976. Bionomics of the bee-associated Meloidae (Coleoptera); bee and plant hosts of some Nearctic meloid beetles -a synopsis, Annals of the Entomological Society of America, 69, 959-970.
- Garófalo, C. A., Rozen Jr., J.G. 2001. Parasitic behavior of *Exaerete smaragdina* with descriptions of its mature oocyte and larval instars (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). Am. Mus. Novit. 3349, 1–26.
- Horn, W. 1928. Notes on *Meloetyphlus fuscatus*, Entomol. Blätter. 24, 88
- Garófalo, C; Camillo, E and Serrano, J. 2011. Reproductive aspects of *Meloetyphlus fuscatus* a meloid beetle cleptoparasite of the bee *Eulaema nigrata* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). Apidologie 42:337–348.
- Kaszab, Z., 1966, *Meloetyphlus fuscatus horni* ssp. nov. sowie die systematische Stellung der Gattung *Meloetyphlus* Waterhouse (Coleoptera: Meloidae), Beitrage zur Entomologie, 16, 183- 188.
- Pinto, J and Bologna, M. 1999. The New World genera of Meloidae (Coleoptera): a key and synopsis. Journal of Natural History, 1999, 33, 569-620
- Selander, R. B., 1985a. A new genus of blister beetles linking *Meloetyphlus* with *Tetraonyx* (Coleoptera: Meloidae), Journal of the Kansas Entomological Society, 58, 611-619.
- Selander, R.B. 1965. The systematic position of *Meloetyphlus*, a genus of blind blister beetles (Coleoptera: Meloidae). J. Kansas Entomol. Soc. 38, 45–55
- Triplehorn, C. and Johnson, N. 2005. An introduction to the study of insects. 7 edition, Brooks/Cole Publishing, California, USA. 864 pp.
- Raven, K.G. 1988. Orden Coleoptera IV Superfamilia Cleroidea, Lymexyloidea, Meloidae, Tenebrionoidea, Cucujoidea. Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de Entomología. Lima, Perú. p. XV-2-9.



La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con nuevo equipamiento para el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, estrenado con un Curso impartido por el Dr. Dietrich Schröder, de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Stuttgart Alemania del 29 de nov. al 03 de dic. 2016.

El equipo fué adquirido mediante un convenio de cooperación entre el Ingenio La Cabaña y la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Expresamos por este medio nuestro agradecimiento al Ingenio La Cabaña por el apoyo a la Ciencia y Tecnología GIS.

Evaluación de bloques multinutricionales en la alimentación de ganado de doble propósito en ordeño

Cardoza Hernández, C. G.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

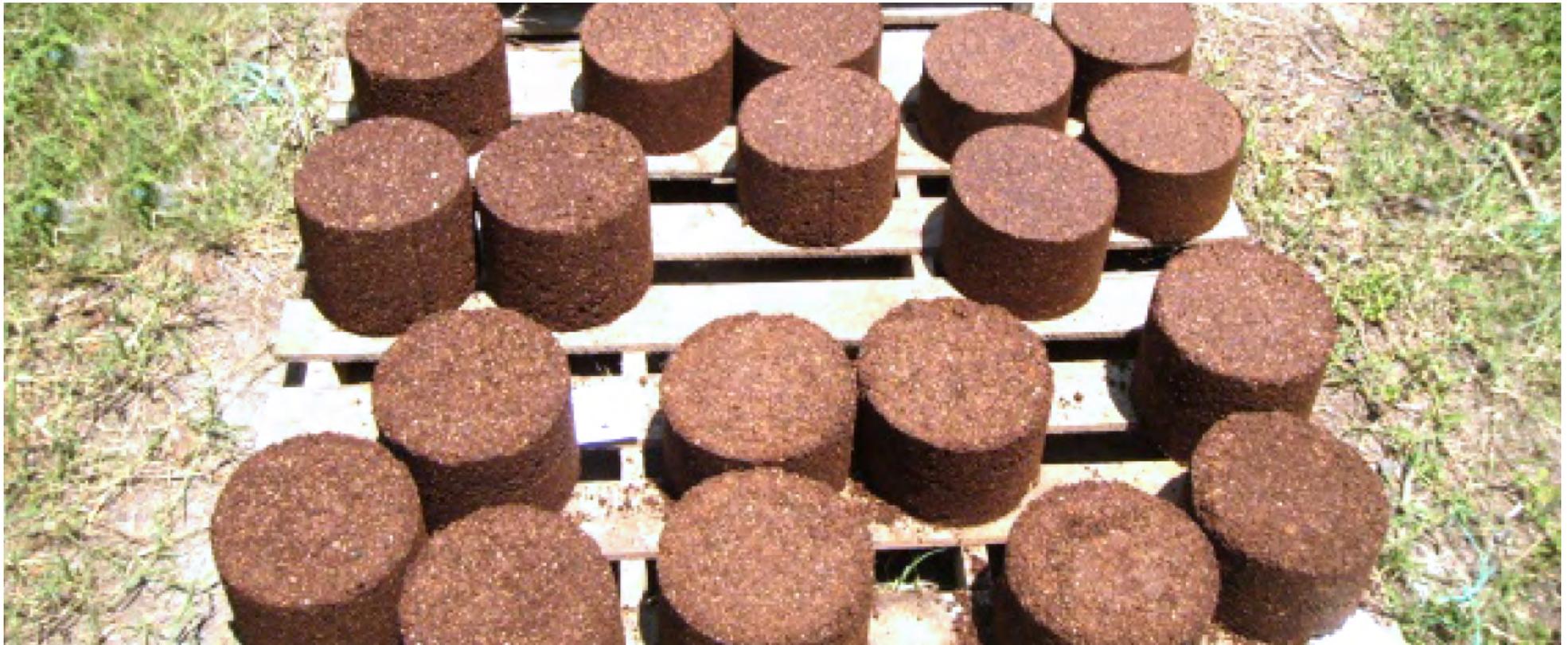
Hernández Carias, L. B.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Medrano Gómez, N. A.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Alvarado Panameño, J. F.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Corea Guillén, E. E.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Leyton Barrientos, L. V.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.



Resumen

El ensayo se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. El objetivo fue evaluar diferentes procedimientos de elaboración de bloques multinutricionales (BMN), y su efecto en la producción láctea y rentabilidad en vacas. Tuvo una duración de cuatro meses entre mayo y agosto de 2008, durante la época lluviosa; se utilizaron 30 vacas en producción alimentadas con 3 Kg/día de concentrado y pastoreo en potreros con zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) y agua a libre consumo. Se evaluó el consumo voluntario dividiendo a las vacas y ofreciéndoles BMN hechos con prensa hidráulica, un grupo recibió BMN duro (n=15) y el otro BMN blando (n=15) durante 7 días, se pesaron los bloques al principio y al final y se estimó el consumo. Se evaluó el efecto del consumo controlado en la producción, formando 2 grupos de vacas repartiendo igualmente el efecto del periodo postparto, se les ofreció 500 gr. de mezcla de BMN mezclado con el concentrado a un grupo (n=15) y el otro fue (n=15) testigo, se midió la producción láctea Kg/día durante un periodo de 12 días. Se evaluó también el efecto del consumo voluntario en la producción durante 14 días formando dos grupos uno con BMN (n= 15) y el otro testigo (n=15). El efecto del consumo controlado y voluntario, en la producción fue evaluado por medio de pruebas de t-student. Se analizó el presupuesto parcial determinando costos parciales, ingresos y utilidad parcial.

Los BMN con mayor dureza tuvieron un consumo promedio 144.97, y los blandos de 94.73 gr/vaca/día, equivalente a 1.44 y 0.94 gr/100 kg de peso vivo respectivamente. Las vacas que consumieron 500 gr/día de mezcla tuvieron una producción láctea mayor (5.81 kg/día) que las vacas en el grupo testigo (5.40 kg/día) ($p>0.005$); el incremento de la producción fue 0.41 Kg por día. Las vacas que consumieron voluntariamente BMN tendieron a una mayor producción láctea (5.35 kg/día) que las vacas en el grupo testigo (4.99 kg/día) ($p= 0.018$), siendo el consumo voluntario 158 gr/día. El costo de la mezcla fue de USD 17.55 por quintal y USD 0.39 por kilogramo, el costo de un bloque fue de USD 3.05 y la utilidad vaca/día fue de USD 0.096.

Palabras clave: bloques, multinutricionales, vacas, producción, láctea

Abstract

The trial was conducted at the Experimental and Practices Station, Faculty of Agricultural Sciences, University of El Salvador. The objective was to evaluate different procedures multinutritional block (MNB), and the effect of MNB on milk production and profitability in dual purpose cows. It had duration of four months between May and August 2008, during the rainy season. A total of 30 milking cows were used, they were fed 3 kg/day of concentrate and grazing paddocks with star grass (*Cynodon plectostachyus*) and free water access.

Cows were divided and offered MNB made on hydraulic press, a group had hard MNB (n=15) and the other soft BMN (n=15) for 7 days, the blocks were weighed at the beginning and end to estimate the voluntary consumption. The controlled consumption effect on production was evaluated forming 2 groups of cows with similar distribution of the effect of postpartum period, giving 500 gr/day BMN mixture mixed with the concentrate to a group (n=15) and the other was (n=15) control, daily milk kg/day over a period of 12 days was measured. The effect of voluntary consumption in production for 14 days with two groups with a BMN (n=15) and the control (n=15) was also evaluated. The effect of controlled and voluntary consumption, production was evaluated by student t-tests. Economic comparison was performed by determining partial budget, partial costs and partial utilities.

The consumption of hard and soft MNB was 144.97 and 94.73 g/cow/day, equivalent to 1.44 and 0.94 gr/100 kg body weights. Cows that consumed 500 g/day of mixture had a higher milk production (5.81 kg/day) than cows in the control group (5.40 kg/day) ($p> 0.005$); increased production was 0.41 kg per day. Cows that consumed voluntarily BMN had a higher milk production (5.35 kg/day) than cows in the control group (4.99 kg/day) ($p=0.018$), being the voluntary consumption 158 gr/day. The cost of the mixture was USD 17.55 per 100 pounds or \$ 0.39 per kilogram, the cost of a block was USD \$ 3.05 and utility cow/day was USD \$ 0.096.

Key words: multinutritional, block, cows, production, milk

Introducción

La alimentación de los bovinos en el trópico depende casi exclusivamente de pastos, y estos muestran una irregular oferta durante cierta época del año. En la época de lluvias pueden resultar satisfactorios para una producción de carne de 500 a 750 g/d y de leche hasta 10 l/d, sin embargo, durante la estación seca su calidad y cantidad se ve seriamente comprometida, constituyendo un material altamente fibroso y pobre en nitrógeno, de tal forma que los animales en crecimiento pierden peso y las vacas lactantes reducen su producción a valores inferiores a 5 l/d (Minson 1990 y Shirley 1986).

Para poder desarrollar adecuadamente estos sistemas, se precisa establecer un orden de prioridades en base a las limitaciones existentes, especialmente cuando la oferta forrajera es de muy pobre calidad, destacándose la necesidad de una adecuada suplementación para una función ruminal en equilibrio armónico para la degradación de los alimentos fibrosos y la aportación de nutrientes y energía para el animal (Preston y Leng 1989).

En consecuencia, se impone la búsqueda de alternativas de alimentación que no compitan con los humanos, que sea económicamente factible, y que no compliquen el sistema de manejo en las explotaciones, ni signifique riesgos para los animales (Araujo *et al.* 1994).

Para lograr esta alternativa se ha propuesto la utilización de bloques multinutricionales, como una forma económica y segura para proporcionar nitrógeno no proteico (NNP), minerales y otros nutrientes, a rumiantes a pastoreo durante la época seca (Makkar, 2007).

Diferentes autores han realizado estudios evaluando consumos con diferentes tipos de suplementación sólida (bloques blandos, bloques duros), encontrando variaciones en el consumo en rumiantes a pastoreo hasta de un 68% (Kendall, 1983). Los bloques multinutricionales son considerados como una alternativa eficaz en la alimentación de rumiantes debido al aporte energético – proteico y mineral de alta calidad que mejora rápidamente los procesos reproductivos del organismo animal (Combellas, 1994), (Pirella *et al.* 1996).

Sin embargo, se ha observado que el consumo de estos bloques tiende a ser muy variable y con valores considerados como relativamente bajos (50-400 g/d), relacionándose las causas de esta variabilidad a diversos factores, como las características de los ingredientes utilizados, palatabilidad, dureza, calidad del alimento, entre otros (Becerra *et al.* 1990).

El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar el efecto de un método de fabricación y compactación manual y mecánico en la dureza de los BMN, el efecto de la dureza en el consumo y de este en la producción de leche así como evaluar la factibilidad económica de la suplementación.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de la Paz, geográficamente localizada en latitud 13°28'03' N, longitud 89°06'W, altitud de 50 msnm, con temperaturas: mínima de 22.3°C, y una máxima de 33.0°C, y una precipitación de 1,700 mm/año.

Descripción general del ható

La finca cuenta con un sistema de manejo semi-intensivo, con 30 vacas en producción, con encastes predominantes de Brahman/Brown Swiss.

Las vacas fueron ordeñadas manualmente una vez al día (por la mañana), fueron suplementadas durante el ordeño con 6.5 kg/vaca de una mezcla de alimento concentrado. Las vacas permanecieron el resto del día y la noche pastoreando en potreros con zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) y acceso libre a agua.

Descripción del estudio

El estudio se llevó a cabo en tres fases y se realizó en la época lluviosa y tuvo una duración de 4 meses comprendido entre Mayo y Agosto de 2008.

Fase pre experimental

Esta fase se realizó con el objeto de estandarizar la técnica para la elaboración de los bloques multinutricionales (BMN), la cual incluyó, el diseño y construcción de la prensa hidráulica y del compactador manual; diseño y construcción de molde; selección de materias primas y evaluación de fórmulas para elaboración de BMN.

Construcción de prensa hidráulica y accesorios

La prensa fue construida utilizando un perfil estructural tipo ángulo de 1 3/4", formando en una estructura principal rectangular, con una altura de 60 cm y un ancho de 41 cm.

En la base se colocó un gato hidráulico accionado con palanca, con capacidad de 2 toneladas y en la parte superior un embolo metálico ajustable, cuyo diámetro externo de 20 cm. El molde se fabricó utilizando una sección de tubo de pvc de 27.5 cm de altura, por 20 cm de diámetro al que se le realizó un corte longitudinal a un lado, para permitir su expansión y facilitar la liberación del bloque (Fig.1)

Construcción del compactador manual (martillo)

Este se construyó utilizando una barra metálica de acero de 85.5 cm de altura, unida mediante soldadura de arco eléctrico a una base metálica circular (disco) de 14.5 cm de diámetro, con un peso total de 11.81 kg. Con este martillo se compactó el material dentro del mismo molde utilizado en la prensa hidráulica.



Figura 1. Prensa hidráulica con sus accesorios.

Formulación y mezclado de ingredientes

En esta etapa se probaron diferentes fórmulas, variando las materias primas y evaluando empíricamente aspectos físicos relacionados con la dureza y la cohesión en fresco. Por otra parte, se buscó un nivel de humedad que evitara el goteo de los bloques elaborados. Mediante prueba y error se determinó que la fórmula más adecuada para el estudio fue la siguiente composición: urea: 10%, melaza: 29%, pulimento de arroz: 31%, sal mineral: 7.5%, sal común: 10%, cal: 7.5% y cemento: 5%. Los ingredientes se pesaron en una báscula de 400 kg de capacidad, preparando tandas de 50 kg cada una. Posteriormente, la sal común, sal mineral, cal, cemento y pulimento se mezclaron utilizando una micromezcladora horizontal. La urea fue diluida en la melaza mediante agitación manual en un recipiente. Esta preparación fue agregada lentamente al mezclado de los demás ingredientes, hasta obtener una mezcla de color oscuro, uniforme en textura y humedad. El proceso de mezclado duró aproximadamente 15 minutos.

Ingredientes

Se escogió entre los ingredientes recomendados por la literatura, aquellos más accesibles y que permitían las características físicas que se buscaba en los bloques es, decir, más dureza y cohesión. Los ingredientes fueron también seleccionados considerando su composición nutricional, precio y disponibilidad.

Fórmula

Para desarrollar la fórmula se buscó un máximo aporte de nutrientes en el bloque (sin exceder límites biológicos) y una estructura firme sin excesos de humedad de tal manera que fuera lamida por los animales sin consumir demasiado y sin que se destruyera el bloque.

La lista de materiales escogidos y su composición, se presentan en el cuadro 1.

Elaboración de bloques

Se desarrollaron dos técnicas para la elaboración de BMN, uno compactado mediante el uso de una prensa hidráulica, y otro mediante el uso del compactador manual (martillo); en ambos casos los bloques fueron elaborados con tres niveles de dureza (duros, medios y blandos) para un total de 6 tipos de bloques (Fig. 2)

Compactación en Prensa Hidráulica

El procedimiento consistió en colocar 5 kg de la mezcla de ingredientes dentro del molde, para luego ser colocado en la prensa. La máxima presión que se pudo obtener por el gato hidráulico fue de 24 movimientos de la palanca. De allí, se uso 24 movimientos de palanca para la elaboración de bloques duros, 18 para bloques medios y 12 para bloques blandos.

Cuadro 1. Composición de las materias primas utilizadas para la elaboración de los bloques.

| Ingredientes | Fórmula % MS | % Proteína | Energía Digestible Kcal/kg | % Calcio | % Fósforo Total |
|--------------------|--------------|------------|----------------------------|----------|-----------------|
| Melaza | 75.00 | 4.30 | 2.76 | 0.74 | 0.08 |
| Pulimento de arroz | 88.00 | 16.00 | 2.78 | 0.13 | 1.13 |
| Sal | 99.00 | - | - | - | - |
| Cal | 95.00 | - | - | 75.00 | - |
| Sal Min | 99.00 | - | - | 23.00 | 19.00 |
| Urea | 99.00 | 281.00 | - | - | - |
| Cemento | 99.00 | - | - | 30.00 | - |



Figura 2. Bloques terminados

Compactación manual

El procedimiento consistió en colocar dos capas de la mezcla de ingredientes, aplicó diferente número de golpes con el martillo dejándolo caer de una altura de 40 cm. A los bloques duros se les aplico 30 golpes por capa (total de 60 golpes) a los medios se les aplico 20 golpes por capa (total de 40 golpes) los blandos un total de 15 golpes por capa (total de 30 golpes).

Los BMN fueron desmoldados, obteniendo bloques de 20 cm de diámetro y 15 cm de altura, se colocaron en una tarima de madera, se identificaron individualmente con letras y números, se dejaron secar por 10 días.

Periodo de adaptación

Se les ofreció a las 30 vacas los bloques para que consumieran de manera que su organismo se adaptara al consumo, esta adaptación se realizó por un período de 10 días. Al principio se les proporcionó los bloques en el establo con piso de cemento; esto ocasionó una serie de problemas por el espacio reducido, las vacas se golpeaban, y lo desperdiciaban, por lo cual se decidió trasladarlas a un potrero, en el cual se tenían saladeros disponibles para colocar los bloques y sombra, de esta manera que facilito su consumo.

Fase de laboratorio

Esta fase se desarrolló con el propósito de analizar algunas características físicas y químicas de los BMN.

Evaluación del esfuerzo

La prueba física se llevo a cabo en el Laboratorio de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, donde se realizó una prueba de resistencia del bloque a la compresión, utilizando una maquina Versatester 30 M, marca Soiltest. Los bloques fueron comprimidos hasta que su estructura presento una clara falla (rompimiento). Se registró la medición del esfuerzo (resistencia) en kg/cm² y se calculó la densidad de cada unos de los 6 tipos de bloque con 3 repeticiones en cada caso (Fig. 3).

Evaluación de la composición nutricional

Se estimó la composición nutricional de la mezcla basada en la composición conocida de sus componentes y las proporciones contenidas en la fórmula.

Se evaluó la composición química de nutrientes la fórmula utilizada en el ensayo. En el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, mediante un análisis proximal de humedad parcial, humedad total, cenizas, nitrógeno, proteína (equivalente proteico), además se determinó calcio y fósforo, para ello se utilizó los protocolos de la Association of official Analytical Chemist (AOAC), que son estándares internacionales de referencia.

Fase experimental

Se utilizaron las 30 vacas en producción. Esta consistió tres pruebas para evaluar el consumo voluntario y la respuesta productiva de las vacas a la alimentación con BMN en cantidad controlada y a libre consumo.



Figura 3. Medición del esfuerzo

Prueba de consumo voluntario

Esta prueba consistió en la evaluación del consumo voluntario de BMN comparando bloques duros contra blandos hechos en la prensa hidráulica. Para ello se llevó a las vacas a un potrero donde se dividieron en dos grupos, uno recibió BMN duros ($n=15$) y el otro BMN blandos ($n=15$). Los grupos fueron separados por un cerco de alambre púas y se les ofreció 4 BMN en dos saladeros a cada grupo (3.75 vacas/bloque) durante dos horas después del ordeño.

Los bloques fueron pesados antes y después de ofrecerlos cada día, se estimó el consumo del BMN por vaca (gr/día) en cada grupo. Esta prueba tuvo una duración de 7 días.

Prueba de producción láctea con consumo controlado

Se estimó el efecto del consumo forzado de BMN en la producción láctea. Para ello las 30 vacas fueron divididas de forma proporcional según fecha de parto en un grupo tratamiento ($n=15$) y otro testigo ($n=15$). Esta división tuvo el propósito de repartir homogéneamente en los grupos, los niveles de producción láctea.

Cada grupo de vacas fue identificado por medio de collares de color. Al grupo tratamiento se le adicionó en el concentrado de consumo diario, una porción de 250 gr de la mezcla utilizada para manufactura de BMN durante tres días; luego se incrementó a 500 gr de la mezcla durante los siguientes 8 días. Las vacas restantes (testigo), consumieron únicamente la ración normal de concentrado.

A ambos grupos se les tomó medición de la producción diaria individual de leche (kg/día) durante 12 días, pero se utilizó solo la información de los últimos 8 días.

Prueba de producción láctea con consumo voluntario

Se evaluó el efecto del consumo voluntario de BMN en la producción. Se utilizó los mismos grupos de vacas de la prueba anterior (tratamiento con BMN, $n=15$ y testigo $n=15$). Asignando a las del tratamiento, acceso a BMN duros durante dos horas después del ordeño y el testigo ningún consumo de BMN. Esta prueba se llevó a cabo en el mismo potrero que la primera prueba de consumo voluntario y tuvo una duración de 14 días.

Los bloques fueron pesados antes y después de ofrecerlos y se estimó el consumo diario de BMN (gr/vaca/día) en cada grupo.

Se registró la producción láctea diaria individual (kg/vaca/día) en las vacas de los dos grupos (Fig. 4).



Figura 4. Prueba de Consumo

Metodología estadística

Evaluación de características químicas físicas

Los resultados del cálculo de la composición nutricional y análisis químico se presentan como promedios.

Los valores encontrados de dureza (kg/cm^2) y densidad (gr/cm^3) se presentan como repeticiones y promedios.

Prueba de consumo voluntario

Variable independiente: Dureza del BMN (blando y duro); se registró la medición del esfuerzo (resistencia) en Kg/cm^2 y se calculó la densidad en gr/cm^3 de cada uno de los 6 tipos de bloque con 3 repeticiones en cada caso.

Variable dependiente: Consumo de BMN $\text{gr}/\text{vaca}/\text{día}$; se les ofreció 4 BMN en dos saladeros a cada grupo (3.75 vacas/bloque) durante dos horas después del ordeño.

Prueba de consumo controlado y producción

Variable independiente: consumo de bloque (con bloque y sin bloque). Al grupo tratamiento se le adicionó en el concentrado de consumo diario, una porción de 250 gr de la mezcla utilizada para manufactura de BMN durante tres días; luego se incrementó a 500 gr de la mezcla durante los siguientes 8 días. Las vacas restantes (testigo), consumieron únicamente la ración normal de concentrado

Variable dependiente: producción láctea $\text{kg}/\text{vaca}/\text{día}$. A ambos grupos se les tomó medición de la producción diaria individual de leche ($\text{kg}/\text{día}$) durante 12 días, pero se utilizó solo la información de los últimos 8 días.

Prueba de consumo voluntario y producción

Variable independiente: consumo de bloque (con bloque y sin bloque).

Variable dependiente: producción láctea $\text{kg}/\text{vaca}/\text{día}$

En las tres pruebas se agruparon los datos de todas las vacas en todos los días de muestreo y se aplicó una prueba de t-student para determinar diferencias estadísticas entre grupos. En las pruebas de producción con consumo controlado y voluntario, se hizo una agrupación no azarizada de las vacas repartiendo homogéneamente el efecto de tiempo posparto en los grupos testigo y tratamiento.

Comparación económica

Se calculó el costo de los BMN por kg y por bloque utilizando la fórmula y los precios de mercado de los ingredientes.

Se realizó una comparación económica por medio de presupuestos parciales para la prueba de producción con consumo voluntario. Para esto, se estimó el costo de lo consumido por las vacas y se estimó el valor del incremento en la producción por el consumo de BMN. La diferencia entre estos valores fue considerado la utilidad parcial en dólares por vaca promedio por día.

Resultados y Discusión

En el proceso de elaboración de Bloques multinutricionales (BMN) se realizaron pruebas con materiales y fórmulas recomendadas por la literatura en condiciones similares (Birbe *et al.*, 1996, Araujo-Febres 1997).

Luego de la realización de las pruebas preliminares se encontró que:

Se logró mejor dureza con más de 10% de ingredientes aglutinantes.

La consistencia de la melaza afecta considerablemente la dureza del bloque. Con melaza sin diluir, se obtuvieron los mejores resultados cuando el porcentaje de inclusión fue entre 28 y 30 %. Arriba de esto, se tuvo problemas con que los bloques goteaban la melaza. Probablemente esto sea diferente en la época seca.

Es mejor si la urea es disuelta en la melaza antes de mezclarla para evitar la aparición de las perlitas en el bloque.

Finalmente la fórmula con mejores resultados para las características buscadas (mayor dureza y cohesión) y composición (más de 30% PC y 1500 Kcal ED/kg) se presenta junto con su composición estimada del BMN en el cuadro 2.

El análisis químico de los bloques (Cuadro 3) difiere de su composición estimada debido probablemente a variaciones en las composiciones reportadas de los ingredientes en relación a sus composiciones reales, sin embargo, el equivalente proteico y mineral del BMN es elevado y tiene potencial de impacto en ganado de doble propósito.

Cuadro 2. Fórmula y composición estimada de los bloques nutricionales según su formulación*.

| Ingredientes | Fórmula | Aporte de % MS | % Proteína | Energía Digestible Kcal/kg | % Calcio | % Fósforo Total |
|--------------------|---------|----------------|------------|----------------------------|----------|-----------------|
| Melaza | 29.00 | 21.75 | 1.25 | 800.4 | 0.21 | 0.02 |
| Pulimento de arroz | 31.00 | 27.28 | 4.96 | 861.8 | 0.04 | 0.35 |
| Sal | 10.00 | 9.90 | | | | |
| Cal | 7.50 | 7.13 | | | 8.80 | |
| Sal min | 7.50 | 7.43 | | | 1.73 | 1.43 |
| Urea | 10.00 | 9.90 | 28.10 | | | |
| Cemento | 5.00 | 4.95 | | | 1.50 | |
| TOTAL | 100.00 | 88.33 | 34.31 | 1662.20 | 9.10 | 1.80 |

*basado en la composición de los ingredientes según NRC 1985

Cuadro 3. Resultados del análisis de la composición química de los bloques.

| %Humedad Parcial | %Humedad Total | % Materia Seca | % Cenizas | % Proteína | % Ca | % P |
|------------------|----------------|----------------|-----------|------------|------|------|
| 13,23 | 1,79 | 84,98 | 54,39 | 40,28 | 8,93 | 0,82 |

Efecto del método de fabricación en la dureza

Todos los bloques fueron fabricados bajo la misma fórmula (Cuadro 2). Las variantes en la fabricación se debieron al tipo de compactación (manual o con prensa) y el grado de presión ejercida en cada caso (blando, medio, duro).

Se encontró que la fabricación con prensa permite obtener bloques más duros con valores de esfuerzo cercanos a 3 Kg/cm² y que la compactación manual parece tener un límite a partir del cual, más presión no resulta en más dureza (cuadro 4). Los valores obtenidos con la prensa fueron similares a los reportados por Araujo *et al.* (1994), quienes reportaron valores de dureza de 2.99 Kg/cm².

Efecto del método de fabricación y la densidad

En el cuadro 5 se presenta la densidad (gr/cm³) de los bloques compactados manualmente o en prensa, se encontró una tendencia de que a mayor esfuerzo existe mayor densidad, los bloques de prensa fueron más duros y más densos.

Efecto de la dureza en el consumo voluntario de BMN

Durante la adaptación se observó que el lugar del ofrecimiento tuvo efecto. Al principio se ofreció en el establo con piso de cemento y poco espacio por animal, el resultado fue deficiente ya que los animales se golpeaban y no había buen acceso de cada animal al bloque. Luego se decidió mover la prueba de consumo a comederos ubicados en un potrero con sombra, el consumo se facilitó en estas condiciones.

Cuadro 4. Esfuerzo (dureza) Kg/cm² de los bloques multinutricionales según su método de fabricación y el grado de presión ejercido.

| Repeticiones | Compactación Manual | | | Compactación en Prensa | | |
|-----------------|---------------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| | Blando | Medio | Duro | Blando | Medio | Duro |
| 1 | 0.96 | 0.99 | 1.02 | 0.64 | 1.55 | 2.29 |
| 2 | 0.88 | 1.11 | 1.07 | 0.92 | 1.26 | 2.19 |
| 3 | 0.91 | 1.10 | 0.99 | 0.46 | 1.30 | 2.38 |
| Promedio | 0.92 | 1.07 | 1.03 | 0.67 | 1.37 | 2.29 |

Durante la evaluación se observó que todas las vacas en el grupo consumieron. Las vacas lamian los bloques y acudían de una a cuatro veces en el periodo y hubo considerable variación ya que algunos animales permanecían más tiempo consumiendo y otros menos tiempo.

Los bloques blandos tendían a desmoronarse y se observó que en promedio los bloques con mayor dureza tendían a ser más aceptados (P=0.044) por las vacas (Fig. 5). Los consumos promedio para los bloques blandos fueron 94.73 gr/vaca/día y para los duros 144.97 gr/vaca/día lo cual equivale a 0.94 y 1.44 gr/100 kg de peso vivo respectivamente.

Los consumos encontrados son un poco similares con respecto a otros valores, como los reportados por Domínguez (1994) que en época seca encontró valores de 270 g/día, y en época lluviosa 85g/día, con forraje de baja calidad. Birbe (1998) trabajando con novillas a pastoreo, obtuvo valores de consumo de 308 g/animal/día en época seca y 230g/animal/día en época lluviosa y 230g/animal/día en época de transición sequía-lluvia. Probablemente el periodo de tiempo de solo 2 horas diarias de acceso y la disponibilidad de pasto de la época lluviosa en comparación con la época seca afectó nuestros resultados.

Cuadro 5. Densidad de los bloques multinutricionales según su método de fabricación y el grado de presión ejercido (masa/volumen).

| Repeticiones | Compactación Manual | | | Compactación en Prensa | | |
|-----------------|---------------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| | Blando | Medio | Duro | Blando | Medio | Duro |
| 1 | 0.48 | 0.48 | 0.55 | 1.05 | 1.08 | 1.32 |
| 2 | 0.23 | 0.54 | 0.54 | 1.04 | 1.12 | 1.38 |
| 3 | 0.24 | 0.59 | 0.56 | 1.00 | 1.20 | 1.39 |
| Promedio | 0.32 | 0.54 | 0.56 | 1.03 | 1.13 | 1.36 |

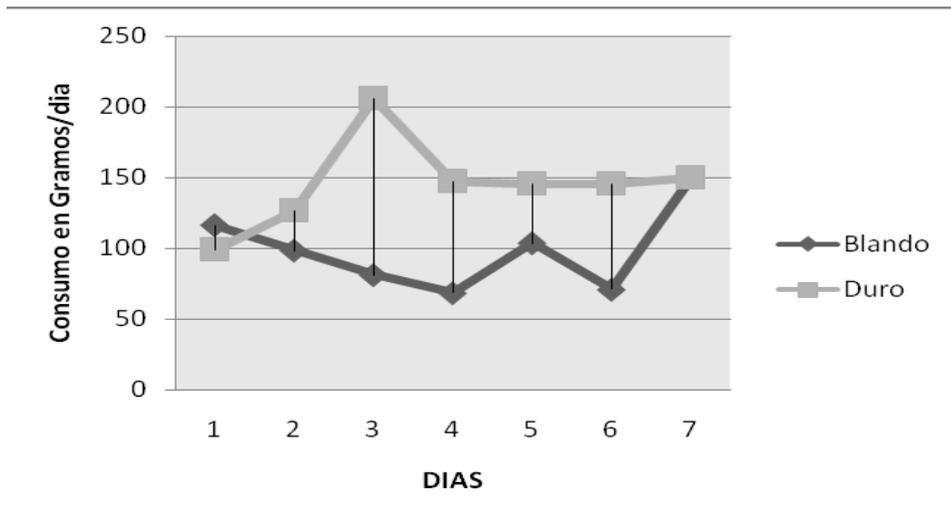


Figura 5. Efecto de la dureza en el Consumo Voluntario de Bloques.

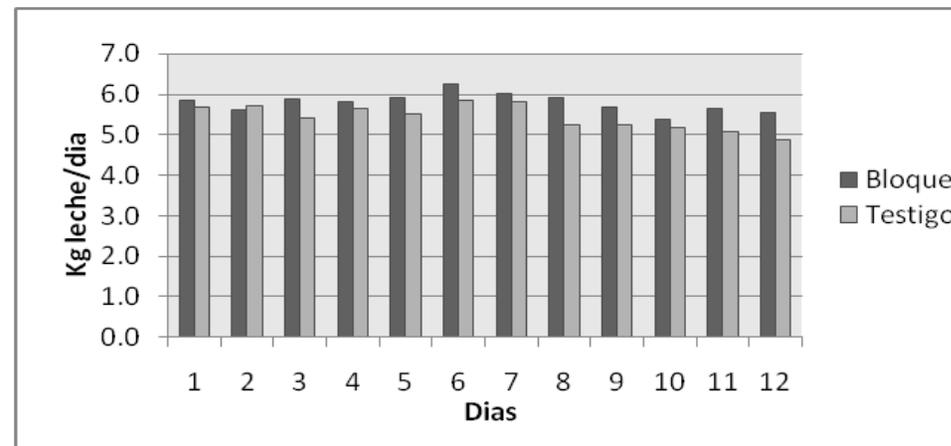


Figura 6. Efecto del consumo controlado en la producción láctea de vacas de doble propósito de Kg. leche/día.

Efecto del Consumo Controlado en la producción de leche por día

Se ofreció el material de los bloques en cantidades constantes (500 gramos vaca/día, equivalentes a 50 gr urea/día y 204 gr equivalente proteico/día) mezclado con el material suplementario (concentrado) ofrecido ordinariamente a todas las vacas a la hora del ordeño. En los primeros tres días se ofreció solo 250 gramos y en otros 9 días se ofreció 500 gr. No hubo problemas con el consumo y ninguna vaca mostró síntomas de intoxicación por urea en el grupo que recibió BMN.

Las vacas que consumieron 500 gr/día tuvieron una producción láctea (5.81 kg/día) mayor que las vacas en el grupo testigo que no consumieron (5.40 kg/día) ($p > 0.005$). (Fig. 6).

Durante el periodo en estudio, las vacas tuvieron un incremento de 0.41 litros (7.6 %) de leche por día a pesar de que la prueba se llevo a cabo en el mes de agosto en medio de la época lluviosa. Becerra *et al.* 1991 también encontraron incrementos de 4.19 kg/día a 4.38 kg/día en la producción láctea en la época lluviosa. Sin embargo, es de esperar mejores respuestas a los BMN en la época seca, Araujo-Febres y Lachman 1997 reporto incrementos de 28.2 a 29.9%.

Efecto del Consumo Voluntario en la producción

Al ofrecer los bloques duros a libre consumo durante dos horas diarias después del ordeño en el potrero, los consumos encontrados fueron de 158 gr/vaca/día (17.56 gr/100 Kg P.V.) en promedio en las 15 vacas durante los 12 días que duró la prueba, se observó mas variación entre días. (Fig. 7).

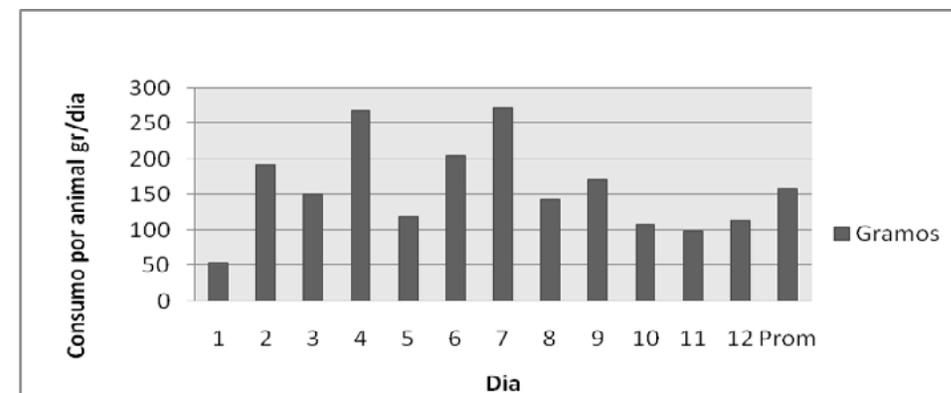


Figura 7. Consumo voluntario de BMN duros en vacas de doble propósito en ordeño.

Las vacas que recibieron BMN tuvieron una tendencia a mayor producción láctea (5.35 kg/día) que las vacas en el grupo testigo (4.99 kg/día) ($p= 0.018$), lo cual representa un incremento de 0.36 Kg de leche por vaca. Esta tendencia fue constante a lo largo del período de observación, las bajas y altas en la producción fueron similares en el grupo tratado y el testigo y probablemente se debieron a factores ambientales o de manejo que pudieron cambiar de día a día (Fig. 8). La variable consumo del BMN es determinante en la respuesta animal, este está influenciado por factores que lo modifican, reportándose los propios del BMN (porcentaje de humedad, tipo y nivel de aglomerante, granulometría, ingredientes, nivel de compactación, técnicas de elaboración, tiempo y tipo de almacenamiento, sabor y olor); los ambientales (temperatura, humedad relativa, viento, época del año); calidad de las dietas bases (forrajes); los factores relacionados con el animal (especie, conducta, acostumbamiento, raza, etapa fisiológica y condición corporal) y los de manejo (tamaño de los potreros, tamaño y distribución de los comederos) y oferta del bloque durante el día (Birbe *et al.*, 2006).

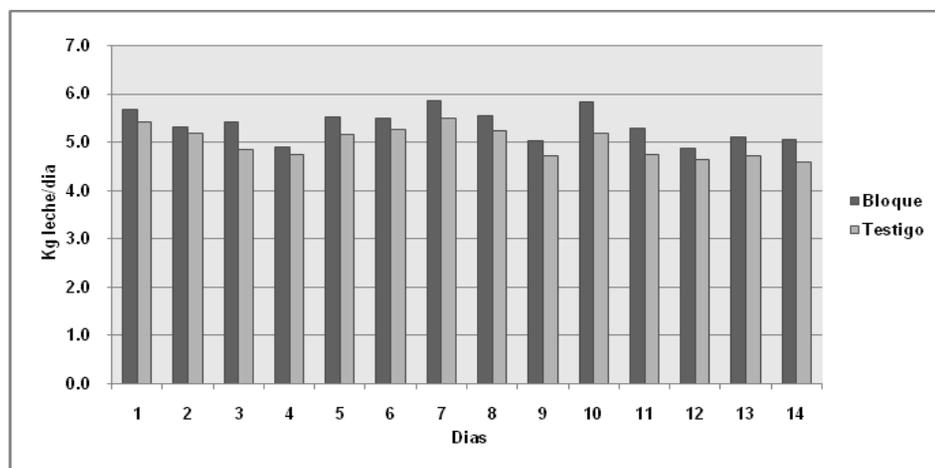


Figura 8. Efecto del Consumo Voluntario en la producción láctea de vacas de doble propósito en Kg. leche/día.

Análisis Económico

Costo de los bloques

Los costos de las materias primas considerados en este análisis son los valores de mercado en la época en que el estudio se llevo a cabo (cuadro 6). Los ingredientes más costosos fueron la sal mineral y la urea, mientras que la cal y la melaza son los más baratos. Con la fórmula utilizada en este estudio, el costo de la mezcla fue de USD 17.55 por quintal y USD 0.39 por kilogramo. El costo de un bloque de 5 Kg fue de USD 1.95 sin incluir costos de mano de obra.

Considerando el porcentaje de inclusión y el costo, los ingredientes que más elevan el costo del bloque son el pulimento y la sal mineral. Debe notarse que el costo de las sales minerales es muy variable en el mercado y podría escogerse una sal mineral de menor costo que la utilizada en este estudio, sin embargo debe ponerse mucho cuidado en que su composición sea completa. El pulimento es un material principalmente de relleno su aporte nutricional es limitado (cuadro 6) y podría ser sustituido por algún material vegetal de menor costo.

Beneficios parciales

El ofrecimiento de BMN produjo un incremento en la producción láctea con respecto al testigo que promedio 0.36 kg de leche por vaca en el periodo observado lo cual tiene un valor de USD 0.162 (USD 0.45/Kg). Considerando que el consumo fue 158 gr/día y el valor del kg de bloque USD 0.39, el gasto es USD 0.062 y el beneficio estimado es de 9.6 centavos de dólar por vaca por día (Cuadro 7). Esta es aparentemente una utilidad baja, sin embargo, debe considerar se que esto representa USD 2.89 mensual por vaca, lo que en un grupo grande de vacas puede ser significativo, además las mejoras nutricionales no solo se transforman en mejoras a la producción, las funciones básicas, la condición corporal y la fertilidad pueden también ser mejoradas por la suplementación antes de notarse un incremento en la producción de leche. Según Short et al. 1990, Los nutrientes son fraccionados por prioridades para primero mantener la vida de los animales y luego propagar la especie. El orden aproximado de prioridades es el siguiente: 1- Metabolismo basal, 2- actividad, 3- crecimiento, 4- reservas básicas de energía, 5- preñez, 6- lactación, 7 reservas adicionales de energía, 8- ciclos estrales y 9- reservas de excesos.

Los costos de elaboración no fueron considerados en el este análisis económico, sin embargo, no es probable que sean muy elevados ya que una persona puede elaborar más de 20 bloques en media jornada según los procedimientos utilizados. Los bloques elaborados en prensa fueron más fáciles de hacer, después del experimento Los materiales utilizados para la elaboración de la prensa no representan un costo muy elevado.

Cuadro 6. Ingredientes y costo por quintal y kilogramo de los bloques multinutricionales.

| Ingredientes | Precio USD/qq | Fórmula % | Costo USD/qq | Costo USD/Kg |
|--------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| Melaza | 6 | 29 | 1.74 | 0.04 |
| Urea | 40 | 10 | 4.00 | 0.09 |
| Pulimento | 18 | 31 | 5.58 | 0.12 |
| Sal | 7 | 10 | 0.70 | 0.02 |
| Sal min | 65 | 7.5 | 4.88 | 0.11 |
| Cal | 4 | 7.5 | 0.30 | 0.01 |
| Cemento | 7 | 5 | 0.35 | 0.01 |
| TOTAL | | 100 | 17.55/qq | 0.39/kg |

Cuadro 7. Beneficios parciales (USD) por vaca obtenidos con el uso de bloques multinutricionales a consumo voluntario.

| Incremento de la producción Kg/día | Precio del Kg de leche \$ | Valor del incremento \$ | Consumo de bloque kg/día | Costo del bloque \$ | Costo del consumo \$ | Beneficio neto \$ |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 0.36 | 0.45 | 0.162 | 0.158 | 0.39 | 0.062 | 0.096 |

Conclusiones

Los bloques multinutricionales (BMN) se pueden elaborar fácilmente en la finca, usando componentes locales, con el uso una prensa hidráulica. De esta manera, se puede alcanzar durezas y consumos adecuados y ofrecer nutrientes suplementarios en los animales.

Mayor dureza en los bloques y un lugar cómodo y con mejor acceso mejoran el consumo.

Los bloques comprimidos en prensa hidráulica pueden alcanzar mayor dureza, que es una característica deseable para su manejo.

El consumo de hasta 500 gramos de BMN, produce efectos benéficos a la producción láctea sin daños a la salud de los animales.

El ofrecimiento de BMN a consumo voluntario durante un periodo restringido de tiempo de día, produce incremento en la producción láctea durante la época lluviosa.

La suplementación con BMN tiene un margen de rentabilidad estrecho que puede ser mejorado disminuyendo los costos del bloque sin desmejorar su contenido nutricional o usándolos en época de mayor escasez de alimentos

Recomendaciones

Desarrollar e implementar planes para el uso de los bloques multinutricionales como una alternativa nutricional para aumentar la producción de leche en ganaderías de doble propósito.

Cuando se proporcione los bloques multinutricionales al ganado, se deben fabricar con una dureza suficiente (que no se pueda introducir un dedo con máxima fuerza). Para facilitar su consumo y su manejo.

Utilizar como fuente de fibra una materia prima que de buena cohesión en la elaboración del BMN garantizar la durabilidad de este en el tiempo, el tamaño de partículas pequeñas como el pulimento, es adecuado.

Los bloques multinutricionales deben ser ubicados en ambiente seco y con ventilación para mantenerlos en óptimas condiciones. De no ser posible, se debe envolver en bolsas plásticas luego de su fabricación.

Agradecimientos

Agradecemos a la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador por todo el apoyo brindado para la realización de este estudio, al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) por su apoyo económico y al Dr Harinder Makkar por su apoyo técnico.

Bibliografía

- AOAC Association of official Analytical Chemist. 1984 Official Methods of Analysis. p.162.
- Araujo, O.; Romero, M.; Pirela, G. 1994. Alimentación estratégica de mautas con bloques multinutricionales en bosque seco tropical. En: Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference, Guanare, Venezuela.
- Araujo-Febres, O.; M. Lachmann. 1997. Suplementación del ganado bovino con bloques multinutricionales. I Jornadas Científicas de la Escuela de Zootecnia. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, mayo 15. (mimeo). p. 22-30.
- Becerra J.; David A.. 1990 *Universidad de Córdoba, AA 1239, Montería, Colombia. **ICA, Turipaná, AA 339, Pasto, Co Received 9 Dec 1990 (en línea). Consultado en 3 de Enero. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/becerra.htm>.
- Becerra J.; David A. 1991. Variación del peso vivo y de la producción láctea de vacas mestizas (Bos taurus x Bos indicus) suplementadas con bloques de urea-melaza durante la estación lluviosa (en línea). Consultado en 11 de Diciembre. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/becerra.htm>.
- Birbe, B.; Herrera, P.; D. Mata. 1996. Bloques Multinutricionales como estrategia para la utilización de recursos alimenticios locales alternativos para rumiantes. En 1 Curso Nacional "Utilización de Recursos Alimenticios Alternativos para Rumiantes en el Trópico" Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros. Estado Garito. Venezuela. p 229-282.
- Birbe, B. 1998. Evaluación física de bloques multinutricionales melaza-urea, con diferentes niveles de roca fosfórica y harina de hojas de Gliricidia sepium, aceptabilidad y respuestas productivas en bovinos a pastoreo. Tesis Maestría. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. 238 p.
- Birbe, Beatriz; P. Herrera; O. Colmenares; N. Martínez; 2006, X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistema de Producción Animal, Maracaibo, Venezuela.
- Combellas, J. 1994. Influencia de los bloques multinutricionales sobre la respuesta productiva de bovinos pastoreando forrajes cultivados. In Cardozo, A. y Birbe, B., eds. I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. UNELLEZ, Guanare. P. 67-70.
- Domínguez, C. 1994. El uso de bloques multinutricionales en el Estado Guárico; Efectos sobre la producción de leche, reproducción y crecimiento en ganado doble propósito. In Cardozo, A. y Birbe, B., eds. Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales. UNELLEZ, Guanare. P. 97-116.
- Makkar H.P.S.; Sanchez M.; Speedy A. 2007. Feed Supplementation blocks. Urea molasses multinutrient blocks simple and effective feed supplementation technology for ruminant agriculture. FAO animal production and health. Rome Italy. 252 P.
- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- National Research Council (NRC). 2000. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Sixth revised edition. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
- Pirela, G., M. Romero.; O. Araujo-Febres. 1996. Alimentación estratégica con bloques multinutricionales. Suplementación de mautas a pastoreo. Revista Científica FCV-LUZ. (6):95-98.
- Preston, T.; Leng, D. 1989. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultoría para el desarrollo integrado en el trópico (CONDRIT). Cali, Colombia. 249-253 p.
- Shirley, R. L. 1986. Nitrogen and energy nutrition of ruminants. Academic Press, Inc. Orlando, FL.
- Short, R.E.; Bellows, R.A.; Staigmiller R.B.; Berardinelli J.G.; Custer E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. (68): 799-816 p.)

II Simposio Investigación Científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas



17-18 -19 de octubre de 2017

Ponencias magistrales, presentación de trabajos de investigación científica, concurso de fotografía, y otras actividades.

Auditorium del Instituto de Investigaciones Ciencias Agroalimentarias y Ambientales,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (ICAUES)

Caracterización morfoagronómica de seis cultivares de ayote (*Cucurbita moschata* Duch.) e incidencia de artrópodos y enfermedades

Aguilar-Jiménez MB

Estudiante tesista, Departamento de Protección Vegetal,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

Serrano-Cervantes L

Docente Director, Departamento de Protección Vegetal,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

Lara-Ascencio F

Docente Director, Departamento de Protección Vegetal,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

Pérez-Ascencio M

Docente Director, Departamento de Fitotécnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador



Resumen

Con el objetivo de llevar a cabo la caracterización morfoagronómica en seis cultivares de ayote (*Cucurbita moschata* Duch) se realizó la presente investigación durante los meses de Julio del 2016 hasta Abril del 2017, en la Estación Experimental y Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, ubicado en el municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz. El Salvador, C.A.

Para los seis tratamientos representados como cultivares e identificados por la forma del fruto, se registraron características cuantitativas y cualitativas de 10 plantas por cultivar bajo la técnica del microtúnel durante las primeras dos semanas. Los datos de las variables se obtuvieron por medio de la guía de descriptores según las normas Internacionales del IBPGR, interpretando los datos con el programa InfoStat 20.0 aplicando estadística descriptiva: promedios, desviación estándar, coeficiente de variación y análisis multivariado que comprende: Correlación, Componentes Principales y Conglomerados.

El análisis de conglomerados generado dividió en tres grupos o clúster los cultivares, cuyas características reflejan homogeneidad dentro de cada uno. Se concluye que al realizar la caracterización mostró relevantes diferencias en cuanto al rendimiento y el desarrollo de la planta, observando el potencial de cada cultivar para diferentes propósitos de acuerdo a sus características.

En el registro de artrópodos asociados al ayote los organismos que ocasionaron mayores daños son: Coleóptera: Crhysomelidae, incluyendo los géneros *Diabrotica* sp. y *Acalymma* sp; Lepidoptera: Pyralidae: *Diaphania* sp., y Sesiidae: *Melittia* sp. Asimismo, se identificaron los organismos de rol benéfico: Apidae (*Apis* sp., y *Melipona* sp.); Vespidae: *Polybia* sp.; Hemíptero: Anthocoridae: *Orius* sp., y Neuróptera: Chrysopidae.

La manifestación de síntomas por virus y hongos se identificó en laboratorio por parte del CENTA, determinando la presencia de *Cercospora* sp., *Curvularia* sp., *Alternaria* sp., *Sclerotium* sp., y en mayor cantidad de daño el patógeno *Pseudoperonospora* sp.

Palabras clave: *Cucurbita moschata*, caracterización, Morfoagronómica, descriptores, germoplasma, ayote, insectos, enfermedades, cultivo.

Abstract

In order to carry out the morphoagronomic characterization in six cultivars of cucumber (*Cucurbita moschata* Duch), this research was carried out during the months of July 2016 to April 2017, at the Experimental Station and Practices of the Faculty of Agronomic Sciences, University Of El Salvador, located in the municipality of San Luis Talpa, Department of La Paz. El Salvador, C.A.

For the six treatments represented as cultivars and identified by the fruit shape, quantitative and qualitative characteristics of 10 plants per cultivar were recorded, and under the microtunnel technique during the first two weeks. The data of the variables were obtained through the descriptive guide according to IBPGR International standards, interpreting the data with the program InfoStat 20.0 applying descriptive statistics: averages, standard deviation, coefficient of variation and multivariate analysis that includes: Correlation, Components Main and Conglomerates.

The conglomerates generated by the multivariate analysis were divided into three groups whose characteristics reflect homogeneity within each one. It is concluded that the characterization showed significant differences in the yield and development of the plant, observing the potential of each cultivar for different purposes according to their characteristics.

In the register of arthropods associated with the crop, the organisms that caused the most damage are: Coleoptera: Crhysomelidae, including the genus *Diabrotica* sp. and *Acalymma* sp, Lepidoptera: Pyralidae: *Diaphania* sp., And Sesiidae: *Melittia* sp. Likewise, organisms with a beneficial role were identified: Apidae (*Apis* sp., and *Melipona* sp.), Vespidae: *Polybia* sp., Hemiptera: Anthocoridae: *Orius* sp., and Neuróptera: Chrysopidae.

The manifestation of symptoms by viruses and fungi was identified in the laboratory by CENTA, determining the presence of *Cercospora* sp., *Curvularia* sp., *Alternaria* sp., *Sclerotium* sp., and in greater amount of damage the pathogen *Pseudoperonospora* sp.

Key words: *Cucurbita moschata*, Morphoagronomic, characterization, descriptors, mosquito, germplasm, insects, diseases, crop

Introducción

El ayote *Cucurbita moschata* Duch., es fuente de alimento para la población, y comparada con otras cucurbitáceas como el pipián (*Cucurbita pepo*) y el güisquil o güisayote (*Sechium edule*), tiene mayor valor nutritivo, mayor cantidad de proteínas y los ayotes frescos amarillos o anaranjados son muy altos en contenido de vitamina C y provitamina A, por eso el ayote es una excelente alternativa alimenticia en relación con otras cucurbitáceas de mayor consumo (Hernández, 1993).

Según datos del Anuario de Estadísticas Agropecuarias en El Salvador para el período 2014-2015 la producción anual de ayote para consumo en verdura fue de 78,682 qq en 448 Mz sembradas; con un rendimiento de 175.5 Quintales/Mz (DGEA, 2015). En el mes de mayo, el precio promedio del ayote en el mercado fue de \$20.78 el ciento (50-60 lb), comparado a meses anteriores ha tenido una variación al alza del 4% (DGEA, 2016).

En El Salvador la información disponible sobre el cultivo del ayote es muy reducida, limitándose por lo general a aspectos taxonómicos y raramente agronómicos, esto no ha permitido determinar el potencial que puede representar esta planta.

La conservación del cultivo de ayote en el país, se debe principalmente, a la labor de los productores, quienes almacenan cada año la semilla que se origina de sus producciones locales. Sin embargo, producto de la escasa selectividad con que operan, se observa una gran variabilidad de formas, tamaños y colores de los frutos, lo cual deriva en una alta heterogeneidad de la calidad comercial del cultivo. Como consecuencia, se hace indispensable reconocer la importancia de producir variedades mejoradas que permitan a los productores ser más competitivos a nivel global (Figueroa, 1997).

El interés prevaleciente por preservar los recursos fitogenéticos del mundo y en Centro América como parte del origen y variabilidad de germoplasma de diversas especies vegetales, entre ellas el género *Cucurbita*; son razones importantes para coleccionar e iniciar estudios de caracterización tanto en el aspecto morfológico como agronómico, tendientes a incorporar cultivares nativos, como alternativa de diversificación de cultivos y conservar el germoplasma en disponibilidad para futuros trabajos de investigación (Martínez, 1992).

La variabilidad genética en un cultivo es útil siempre que se tenga la información básica para que el recurso pueda ser aprovechado. La caracterización y evaluación preliminar son pasos fundamentales para generar la información que permita diferenciar, clasificar las poblaciones y utilizarlas con fines de mejora (Hernández, 1993).

Por ello, en busca de mejorar la productividad y el valor alimenticio de estas especies cultivadas y coadyuvar al incremento de su producción, es indispensable disponer inicialmente de germoplasma con la mayor diversidad genética posible, que permitan realizar los correspondientes programas de mejoramiento (Martínez, 1992).

Tomando como base el aporte nutricional del ayote y para mejorar la dieta de niños en los sectores más pobres, se puede recurrir a los suplementos alimenticios como harinas de semilla de ayote (*Cucurbita moschata* Duch.), que no solo es un alimento complementario sino también evita las anemias y ayuda al fortalecimiento de los huesos, debido a que posee grandes cantidades de ácido fólico y hierro. (Toledo y Guerrero, 2007).

El valor nutritivo de las diferentes partes comestibles de las cucurbitáceas contiene grandes cantidades de minerales y vitaminas. Las semillas constituyen un buen alimento por su contenido en aceites (León, 1987).

Teniendo en cuenta la importancia del ayote para la seguridad alimentaria del país, que dispone de pocos cultivares mejorados y que son pocos los estudios de caracterización se hace necesario contribuir a la investigación de esta especie, por lo que el presente trabajo de investigación alcanzó el propósito fundamental de conocer la morfología y las características que destaquen el mejor cultivar para consumo, e insumo de suplemento alimenticio a base de las semillas, y así documentarlos para el intercambio de información con agricultores y profesionales de la carrera de Ciencias Agronómicas.

Adicionalmente se registran observaciones fitosanitarias del cultivo, relacionado a los artrópodos y enfermedades más representativas del cultivo. A nivel nacional, utilizar esta información puede ser útil para realizar trabajos de mejoramiento con los cultivares que presentaron las mejores características agronómicas.

Materiales y Métodos

Ubicación, duración y unidades experimentales

Se registraron los datos de 60 plantas pertenecientes a seis cultivares, cuyas características de selección se basaron por la forma del fruto (Cuadro 1) recolectados en el bajo Lempa, departamento de Usulután, El Salvador. La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicado en el municipio de San Luis Talpa, Departamento de La Paz.

Como tratamientos se consideraron los seis cultivares de *Cucurbita moschata* Duch., guiándose mediante los descriptores basados en las normas Internacionales de ordenamiento y codificación propuestas por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1983), en la que se considera tres aspectos fundamentales: Información de pasaporte, Información de caracterización y evaluación adicional.

Cuadro 1. Características de la forma del fruto por cultivar

| Cultivar 1 | Cultivar 2 | Cultivar 3 | Cultivar 4 | Cultivar 5 | Cultivar 6 |
|------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Piriforme | Cuello encorvado | Elíptico | Globular | Achatado 1 | Achatado 2 |



Metodología de campo

El establecimiento del ensayo se realizó en un área de 336 m², diseñado bajo un ambiente protegido, en el que se utilizó la Técnica de microtuneles, con la finalidad de garantizar el crecimiento y desarrollo vegetativo libre de cualquier agente biótico externo, y antes de la etapa de floración. El cultivo permaneció protegido en sus primeras dos semanas después del trasplante.

La toma de datos se realizó efectuando un muestreo una vez por semana registrando los datos en tablas elaboradas. Las variables cualitativas y cuantitativas del estudio ordenadas según la fase fenológica del cultivo se detallan en Cuadro dos.

Para estudiar la asociación entre las etapas fenológicas del cultivo y la comunidad de artrópodos en los seis cultivares de ayote, los muestreos se realizaron quincenalmente, durante el ciclo del cultivo, efectuando 15 pasos de red por cultivar, recolectando todo tipo de artrópodo, las cuales se mantuvieron en bolsas plásticas individuales con papel periódico y etiquetadas para su posterior identificación en el Laboratorio.

Se realizaron aplicaciones preventivas utilizando las dosis más bajas contra problemas de insectos y enfermedades, observando severo daño causado a frutos de ayote por parte de *Diaphania* sp. y por descomposiciones debido a hongos, las aplicaciones fueron semanal y optando por alternar los productos para evitar la resistencia del patógeno.

Metodología de laboratorio

Identificación de artrópodos colectados

Para la identificación de las muestras se trasladaron al Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agronómicas, con la colaboración de profesionales en el área se corroboraron los artrópodos mediante la utilización de microscopio, estereoscopio y consulta de literatura relacionada con el tema de identificación.

Identificación de enfermedades

Para el reconocimiento del patógeno causante de las enfermedades que se presentaron en el cultivo, se trasladaron las muestras recolectadas por cultivar, debidamente identificadas, al laboratorio de parasitología vegetal en CENTA, el cual presentó el patógeno causante y las recomendaciones en el manejo del cultivo.

Metodología estadística

El diseño estadístico fue el Análisis Multivariado, el cual permite tener datos precisos de un número elevado de variables cualitativas y cuantitativas, evaluadas simultáneamente. Para la interpretación de variables cualitativas, se usó estadística descriptiva por medio de tablas de frecuencias y cuadros comparativos; mientras que para las variables cuantitativas el análisis multivariado ofrece técnicas multivariantes en los que se utilizaron: componentes principales, conglomerados y correlación canónica, usando el programa InfoStat versión 20, el cual es un sistema global para el análisis de datos.

Cuadro 2. Descriptores evaluados según la etapa fenológica de las Cucurbitáceas.

| ETAPA FENOLÓGICA | DESCRIPTORES |
|---|--|
| GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE LAS HOJAS, (TALLO PRINCIPAL). | Características de la Hoja: Forma de la primera Hoja verdadera Dimensiones de la Hoja: Anchura y Longitud Ápice de la Hoja: Forma, Tamaño Borde de la Hoja: Forma del Borde, Apariencia Pubescencia de la Hoja Moteado de la Hoja: Presencia, color del moteado, Intensidad del moteado. |
| | Características del tallo: Pubescencia del tallo Tipo de pubescencia Sección transversal del tallo |
| | Características de la planta. Hábitos de crecimiento |
| F L O R A C I Ó N | Características de la Flor: Días a floración. Apariencia del androceo Color de la Flor Tipos de Sexo |
| MADURACION DEL FRUTO | Características del fruto: Días de fructificación Forma del fruto Dimensiones del fruto: Longitud, Diámetro. Peso del fruto (Kg) |
| | Características de la epidermis del fruto: Color de la epidermis: primario, secundario, terciario Dureza de la epidermis Textura de la cascara del fruto Lustre del fruto Forma del ápice del fruto Separación del pedúnculo del fruto |
| | Forma del Lomo del fruto |
| | Pulpa (mesocarpio o endocarpio del fruto) Color Grosor en mm Textura de la pulpa Sabor de la pulpa |
| | Características del pedúnculo totalmente desarrollado: Forma del fruto a la inserción del pedúnculo Forma de inserción del pedúnculo al fruto Forma del corte transversal del pedúnculo al fruto. Longitud del pedúnculo |
| SE NE SC EN EN CIA | Características de la semilla: Tipo de margen Número de semillas por fruto Dimensión (mm): Longitud, ancho y espesor. Peso en gramos de 100 semillas Superficie de la semilla |

Resultados

En el análisis de componentes principales se determina la relación entre el componente uno y el componente dos (CP1 y CP2) que explica el 62% de la variación total, donde el primer componente contribuye con el 39% de la variación.

Como puede observarse (Fig.1) el primer componente separa las características según los cultivares, así se determina que los cultivares elíptico, achatado y globular se comportan diferentes de los cultivares cuello encorvado y piriforme, de manera que la mayor variabilidad de los descriptores se explica por el comportamiento de los mismos.

Así, la longitud del pedúnculo, longitud y ancho de hoja están más asociados a la forma de fruto elíptica; el descriptor número de semillas por fruto se relaciona más con la forma achatada del fruto; mientras que, el diámetro de fruto se relaciona a la forma globular del fruto. En cuanto el grosor de la pulpa es asociada a la forma piriforme del fruto. Los descriptores longitud de fruto, longitud de semilla y ancho de semilla se asocian a la forma cuello encorvado del fruto. El resto de descriptores parece tener menor incidencia en la asociación dependiente con alguna forma del fruto.

En el componente uno, los descriptores que resultan con una relación directa positiva son longitud de hoja, ancho de hoja, longitud de fruto, longitud del pedúnculo, longitud de semilla, ancho de semilla, es decir, cuando una crece la otra también; en cambio los descriptores diámetro de fruto, peso del fruto, grosor de la pulpa, espesor de la semilla, número de semillas vanas están bien representadas, pero de modo inverso, es decir, cuando estas crecen la primera componente principal decrece. Solamente los descriptores número de semillas por fruto, peso del fruto y número de semillas vanas que se encuentran relativamente cerca del origen, no están bien representadas por los dos primeros componentes.

El componente dos (CP2) que se representa en la figura dos, se caracteriza por separar los grupos elíptico, achatado y cuello encorvado de las formas de fruto globular y piriforme, en similar asociación que las enunciadas anteriormente. El componente hace énfasis a descriptores asociados con la semilla y el ancho de hoja.

Para este componente los descriptores que resultan con una relación directa positiva son ancho de hoja, espesor de semilla, peso de 100 semillas, numero de semillas por fruto, es decir, cuando una crece la otra también; en cambio los descriptores promedio de flores,

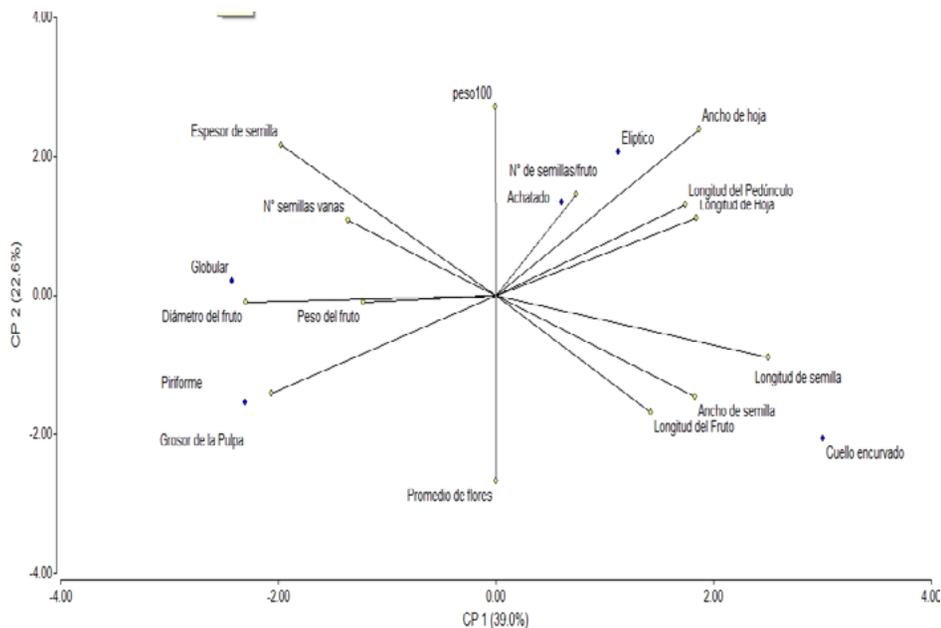


Figura 1. Relación entre el componente 1 y componente 2.

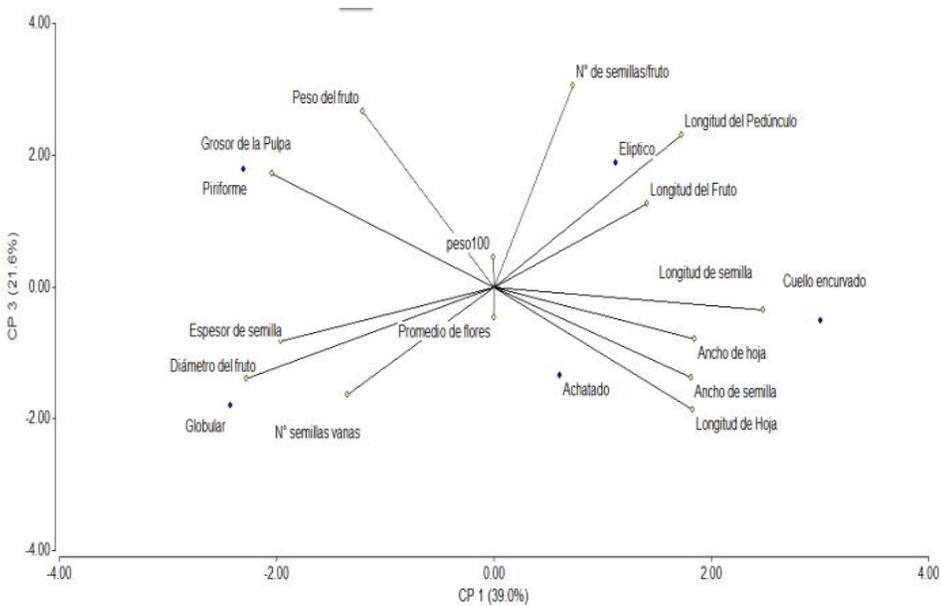


Figura 2. Relación entre componente 1 y componente 3.

longitud del fruto, ancho de semilla y grosor de la pulpa están bien representadas, pero de modo inverso, es decir, cuando estas crecen el segundo componente principal decrece. El aporte de este componente a la variabilidad total es del 23%.

En el siguiente análisis por clúster, se consideró como método de conglomeración de Ward, media, desviación estándar y el dendrograma formando tres grupos. En los cuadros siguientes se demuestran las asociaciones presentes entre cultivares de ayote, encontrándose similitud en los descriptores evaluados.

En el análisis descriptivo del primer conglomerado (cuadro 3) se destaca por tener los mayores valores entre los tres conglomerados en los descriptores siguientes: mayor ancho de hoja, mayor longitud del pedúnculo, mayor número de semillas por fruto y en el peso de 100 semillas. Así mismo se mostró como el segundo grupo con el mayor valor en los descriptores peso del fruto y grosor de la pulpa. Los cultivares pertenecientes a este conglomerado es el elíptico y achatado dos.

De acuerdo al coeficiente de variación los descriptores que presentan un alto grado de homogeneidad son: longitud de hoja, ancho de hoja, peso del fruto, grosor de la pulpa, longitud del pedúnculo, ancho y espesor de semilla y peso de 100 semillas; lo cual indica que la medida de variación que pueden presentar es mínima (menos del 10%).

En el cuadro cuatro, correspondiente al conglomerado dos sobresale los descriptores: promedio de flores, longitud del fruto, longitud de semilla y ancho de semilla. También describe que ha sido el cultivar con el menor peso en los frutos y menor longitud del pedúnculo en relación a los demás. El cultivar perteneciente es el de cuello encurvado.

El coeficiente de variación se presenta para este conglomerado con valores de 0, ya que se considera al cultivar de cuello encurvado como heterogéneo en relación con las características de los demás cultivares.

En el tercer grupo (Cuadro 5) los descriptores con mayor influencia son: diámetro del fruto, peso del fruto, grosor de la pulpa, espesor de semilla y peso en 100 semillas. Este conglomerado muestra la relación para el cultivar piriforme y globular, en la similitud existente a las dimensiones del fruto. Por otro lado este grupo se caracterizó por obtener el menor valor en las dimensiones de la hoja (longitud y ancho) y semilla (longitud y ancho).

Según el coeficiente de variación las variables: longitud de hoja, ancho de hoja, longitud del fruto, diámetro del fruto, grosor de la pulpa, longitud del pedúnculo, longitud, ancho y espesor de semilla, se comportan altamente homogéneos.

El análisis del Dendrograma de la Figura tres, establece que el primer grupo presenta el mayor nivel de homogeneidad en el comportamiento de los descriptores, y se representa por las formas del fruto elíptico y achatado dos, los cuales indican la más alta similitud entre todos con una distancia de 21,42.

Cuadro 3. Conglomerado uno: Cultivar elíptico y achatado dos

| Con. | Variable | n | Media | D.E. | CV | Mín. | Máx. |
|------|----------------------|---|--------|---------|-------|--------|--------|
| 1 | Longitud de Hoja | 2 | 21,14 | 0,78 | 3,68 | 20,59 | 21,69 |
| 1 | Ancho de hoja | 2 | 28,02 | 0,01 | 0,03 | 28,02 | 28,03 |
| 1 | Promedio de flores | 2 | 14,65 | 2,76 | 18,82 | 12,70 | 16,60 |
| 1 | Longitud del Fruto | 2 | 33,20 | 5,10 | 15,36 | 29,59 | 36,80 |
| 1 | Diámetro del fruto | 2 | 59,78 | 7,28 | 12,18 | 54,63 | 64,93 |
| 1 | Peso del fruto | 2 | 6,62 | 0,19 | 2,89 | 6,48 | 6,75 |
| 1 | Grosor de la Pulpa | 2 | 3,44 | 0,19 | 5,56 | 3,30 | 3,57 |
| 1 | Long. Pedúnculo | 2 | 5,22 | 0,47 | 9,08 | 4,88 | 5,55 |
| 1 | Longitud de semilla | 2 | 1,42 | 0,01 | 0,70 | 1,41 | 1,42 |
| 1 | Ancho de semilla | 2 | 0,71 | 0,02 | 2,90 | 0,69 | 0,72 |
| 1 | Espesor de semilla | 2 | 0,20 | 7,1E-04 | 0,36 | 0,20 | 0,20 |
| 1 | N° de semillas/fruto | 2 | 443,94 | 87,77 | 19,77 | 381,88 | 506,00 |
| 1 | N° semillas vanas | 2 | 43,72 | 13,12 | 30,02 | 34,44 | 53,00 |
| 1 | Peso100 semillas | 2 | 9,06 | 0,27 | 2,97 | 8,87 | 9,25 |

Cuadro 5. Conglomerado tres: Cultivar de forma piriforme y globular

| Con. | Variable | n | Media | D.E. | CV | Mín. | Máx. |
|------|---------------------|---|--------|---------|-------|--------|--------|
| 3 | Longitud de Hoja | 2 | 20,03 | 0,38 | 1,91 | 19,76 | 20,30 |
| 3 | Ancho de hoja | 2 | 26,03 | 0,83 | 3,21 | 25,44 | 26,62 |
| 3 | Promedio de flores | 2 | 16,10 | 2,26 | 14,05 | 14,50 | 17,70 |
| 3 | Longitud del Fruto | 2 | 33,89 | 0,69 | 2,04 | 33,40 | 34,38 |
| 3 | Diámetro del fruto | 2 | 66,98 | 1,37 | 2,05 | 66,01 | 67,95 |
| 3 | Peso del fruto | 2 | 6,89 | 1,53 | 22,29 | 5,80 | 7,97 |
| 3 | Grosor de la Pulpa | 2 | 4,05 | 0,35 | 8,73 | 3,80 | 4,30 |
| 3 | Long. del Pedúnculo | 2 | 4,66 | 0,23 | 4,86 | 4,50 | 4,82 |
| 3 | Longitud de semilla | 2 | 1,39 | 0,01 | 0,51 | 1,38 | 1,39 |
| 3 | Ancho de semilla | 2 | 0,70 | 4,9E-03 | 0,71 | 0,69 | 0,70 |
| 3 | Espesor de semilla | 2 | 0,20 | 0,01 | 5,97 | 0,19 | 0,21 |
| 3 | N° de 100 semillas | 2 | 354,65 | 88,60 | 24,98 | 292,00 | 417,30 |
| 3 | N° semillas vanas | 2 | 69,80 | 60,39 | 86,51 | 27,10 | 112,50 |
| 3 | Peso100 semillas | 2 | 8,37 | 0,19 | 2,28 | 8,23 | 8,50 |

Cuadro 4. Conglomerado dos: Cultivar de cuello encorvado

| Con. | Variable | n | Media | D.E. | CV | Mín. | Máx. |
|------|----------------------|---|--------|------|------|--------|--------|
| 2 | Longitud de Hoja | 1 | 21,09 | 0,00 | 0,00 | 21,09 | 21,09 |
| 2 | Ancho de hoja | 1 | 27,27 | 0,00 | 0,00 | 27,27 | 27,27 |
| 2 | Promedio de flores | 1 | 17,20 | 0,00 | 0,00 | 17,20 | 17,20 |
| 2 | Longitud del Fruto | 1 | 40,20 | 0,00 | 0,00 | 40,20 | 40,20 |
| 2 | Diámetro del fruto | 1 | 54,78 | 0,00 | 0,00 | 54,78 | 54,78 |
| 2 | Peso del fruto | 1 | 5,65 | 0,00 | 0,00 | 5,65 | 5,65 |
| 2 | Grosor de la Pulpa | 1 | 3,42 | 0,00 | 0,00 | 3,42 | 3,42 |
| 2 | Long. Pedúnculo | 1 | 5,06 | 0,00 | 0,00 | 5,06 | 5,06 |
| 2 | Longitud de semilla | 1 | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,48 | 1,48 |
| 2 | Ancho de semilla | 1 | 0,73 | 0,00 | 0,00 | 0,73 | 0,73 |
| 2 | Espesor de semilla | 1 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,18 |
| 2 | N° de semillas/fruto | 1 | 357,60 | 0,00 | 0,00 | 357,60 | 357,60 |
| 2 | N° semillas vanas | 1 | 28,00 | 0,00 | 0,00 | 28,00 | 28,00 |
| 2 | Peso100 semillas | 1 | 7,99 | 0,00 | 0,00 | 7,99 | 7,99 |

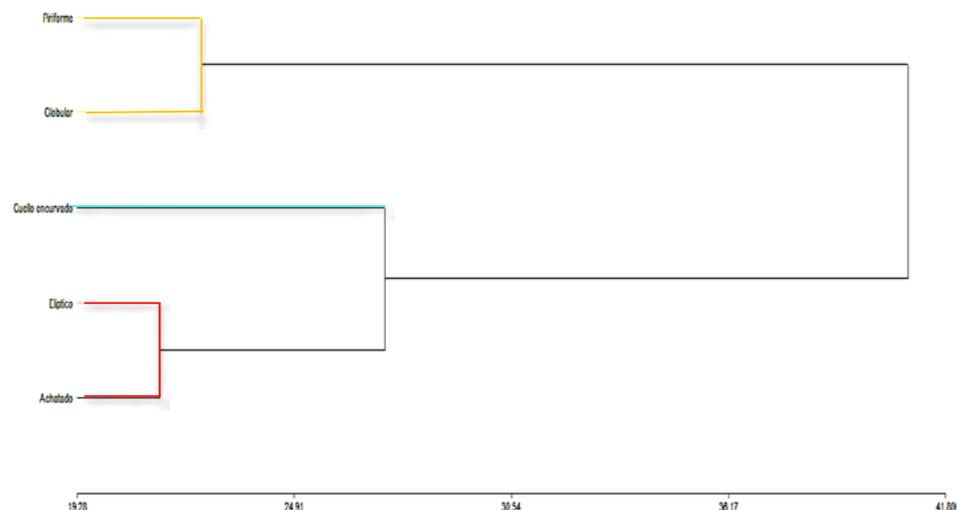


Figura 3. Dendrograma de conglomerados

El segundo grupo según el dendrograma lo caracteriza el cultivar con forma del fruto de cuello encorvado, este único cultivar perteneciente al grupo es el que expone la mayor heterogeneidad en sus características en comparación con los demás cultivares, siendo el de mayor distancia (25,16).

En cuanto al tercer grupo lo conforman los cultivares piriforme y globular, siendo el segundo grupo con mayor homogeneidad entre las variables con distancia de 22,49, integrados por el conglomerado tres.

Para el análisis de correlación de Pearson, según el cuadro seis, demuestra las correlaciones entre las variables cuantitativas estudiadas. Interpretando los datos se identifica los descriptores que están altamente asociados o dependiente entre ellos, y la magnitud con la que se presentan, haciendo referencia para esto los niveles de coeficiente mayores a 0.5, además del nivel de significancia es menor a 0.01.

La asociación entre las variables longitud del fruto y diámetro del fruto con coeficiente (.904) determina que si existe una correlación positiva y fuerte, con un alto nivel de significancia (.013), deduciendo entonces la dependencia entre la longitud del fruto con el diámetro del fruto, es decir, la longitud aumentara si el diámetro del fruto aumenta.

Entre las variables longitud del fruto y peso del fruto con coeficiente de .909, afirma que la variable asociada aumentara conforme la otra variable aumente. Dicha asociación es altamente significativa (.012). También hay correlación positiva en las variables diámetro del fruto y peso del fruto, con una alta significancia, indicando que las variables son dependientes.

La longitud del fruto (.944), el diámetro del fruto (.973) y el peso del fruto (.977) en asociación con el grosor de la pulpa tienen una correlación positiva y fuerte, además de una alta significancia, en la que denota que las dos variables asociadas tienden a aumentar sus dimensiones o peso.

La determinación de la correlación en longitud del pedúnculo con la longitud de semilla (.989), ancho de semilla (.984), espesor de semilla (.967), y número de semillas por fruto (.961), es altamente significativa para cada asociación, y con una correlación positiva y fuerte, en la que nos indica la vinculación entre variables, cuando se presenta un aumento en la longitud del fruto, la otra variable asociada lleva la tendencia similar a aumentar.

Para la longitud de semilla asociado al ancho de la misma (.999), espesor de semilla (.981) y número de semillas por fruto (.914) se menciona que existe una correlación entre ellas, siendo fuerte y con alta significancia, lo cual indica que si la semilla tiene un aumento en la longitud, por consiguiente el ancho, espesor y el número de semillas por frutos también aumentara. También el ancho de semilla para el espesor (.983) y número de semillas por fruto (.908), tienden al aumento cuando una de las dos variables incrementa.

Cuadro 6. Correlación entre variables cuantitativas.

| Variables correlacionadas | Coefficiente de correlación | Nivel de significancia |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Ancho de hoja y Longitud de hoja | .834* | .039 |
| Diámetro del fruto y Longitud del fruto | .904* | .013 |
| Peso del fruto y Longitud del fruto | .909* | .012 |
| Peso del fruto y Diámetro del fruto | .948** | .004 |
| Grosor de pulpa y Longitud del fruto | .944** | .005 |
| Grosor de pulpa y Diámetro del fruto | .973** | .001 |
| Grosor de pulpa y Peso del fruto | .977** | .001 |
| Longitud de semilla y Longitud del pedúnculo | .989** | .000 |
| Ancho de semilla y Longitud del pedúnculo | .984** | .000 |
| Espesor de semilla y Longitud del pedúnculo | .967** | .002 |
| Nº de semillas/fruto y Longitud del pedúnculo | .961** | .002 |
| Ancho de semilla y Longitud de semilla | .999** | .000 |
| Espesor de semilla y Longitud de semilla | .981** | .001 |
| Nº de semillas/fruto y Longitud de semilla | .914* | .011 |
| Espesor de semilla y Ancho de semilla | .983** | .000 |
| Nº de semillas/fruto y Ancho de semilla | .908* | .012 |
| Nº de semillas/fruto y Espesor de semilla | .896* | .016 |

Discusión

En el estudio de caracterización sobre ayote (*Cucurbita moschata* Duch.), se demostró mediante pruebas estadísticas que existe variabilidad en las características cualitativas y cuantitativas entre los seis cultivares evaluados.

Los descriptores propuestos determinan a los seis cultivares pertenecientes a la especie moschata como tal, siendo los caracteres características del pedúnculo, características de la flor y presencia de sépalos, los más fundamentales para identificar a la especie.

Los frutos provenientes de Jiquilisco, Usulután se seleccionaron basándose en la forma del fruto, esta forma se presentó en los cinco cultivares cosechados, aunque no mostraron predominancia al cultivar de origen debido a la variabilidad genética al mantenerlos a la intemperie en la fase fenológica de floración, produciendo polinización libre.

Arévalo Cabrera citado por Martínez (1992), en un estudio de 13 cultivares de ayote, realizado en Escuintla, reporta haber encontrado variabilidad genética en los materiales caracterizados. El análisis de agrupamiento conformó 12 grupos bien definidos, los cuales se unen por caracteres comunes: además se observó que el lugar de procedencia de los cultivares estudiados no representan una especie pura del género *Cucurbita*, sino que todas son productos de hibridaciones de las diferentes especies, en donde *Cucurbita pepo* presenta el más alto porcentaje de hibridación.

Se describe al cultivo de ayote nacional, como una planta que se caracteriza por ser rastrera, con predominancia de las primeras hojas verdaderas en forma acorazonada con lóbulos bien desarrollados, observándose en forma general en la lámina de la hoja un ápice bien definido con bordes ondulados presentando pubescencia intermedia y con un nivel de moteado moderadamente fuerte.

Martínez (1992) menciona en sus resultados acerca del tipo de pubescencia encontrada en el envés de la hoja, que siete de 13 cultivares de ayote presentaron pubescencia suave, mientras que el resto de cultivares manifestaron presencia de espinas.

En la especie *Cucurbita moschata* Duch. el tallo muestra para todos los cultivares una zona externa con presencia de pubescencia de un tipo medianamente dura, y al corte transversal una estructura de forma angulosa.

En la fase de reproducción, los días a floración se registraron para cada cultivar, cuando se presentó el 50% de la floración. Para los cultivares piriforme, cuello encorvado y globular, la floración fue a los 55 días; el cultivar elíptico fue el más precoz, manifestó la floración a los 50 días; para el cultivar achatado uno a los 92 días, y para el último cultivar achatado dos se presentó a los 74 días.

En la caracterización realizada por Hernández (1993), los días de antesis tuvieron mucha variabilidad, comprendiendo un rango entre los 62 y 77 días.

La forma que predominó en los cinco cultivares donde se cosechó fruto, fue la globular, con un total de 14 frutos distribuidos en todos los cultivares; seguido a este se encuentra la forma piriforme con nueve frutos; la forma del fruto achatado con tres frutos; de cuello encorvado con dos frutos, y con un solo fruto manifestando una forma de turbina superior, esto según el esquema de los descriptores para Cucurbitáceas. En el dos se expone las características de la forma del fruto representada por cultivar original.

Según Martínez (1992), la forma del fruto es característica de alta variabilidad; predominando la forma de botella y la forma piriforme en los resultados de su investigación.

El carácter más distintivo entre las especies de cucurbita, es la forma del pedúnculo del fruto, que en la especie *moschata* tiene cinco rebordes longitudinales bien marcados y en la inserción del fruto se expanden en forma de disco (León, 1987).

En la figura cuatro se expone la forma de inserción que presenta el pedúnculo al fruto, la cual el 60% de los cultivares fue forma recta, en la que el diámetro permanece constante a lo largo del pedúnculo. Y de forma aplanada para el restante 40% de los cultivares, indicando que solo la parte próxima de pedúnculo al fruto se ve insertada en su diámetro.

La pulpa para todos los frutos cosechados contiene una textura suave y firme al tacto, dependiendo del cultivar, el nivel de sabor de la pulpa se generaliza con una dulzura intermedia para un poco más de la mayoría, los demás manifestaron alto nivel de dulzura.

En cuanto a la característica de semilla para el género *Cucurbita moschata* Duch. son planas, con un margen delgado e irregular, mostrando una superficie lisa.

En los resultados para este descriptor Hernández (1993) observo que en un 80% predominaba el tipo grueso y uniforme, mientras que el 20% manifestó un margen delgado e irregular.



Figura 4. a) Cinco rebordes longitudinales del pedúnculo; b) Inserción al fruto expandida en forma de disco.

Para el registro de artrópodos, los resultados muestran en la figura cinco, los niveles más altos de artrópodos asociados al ayote, dentro de los cultivares piriforme y achatado dos, siendo estos los que se encuentran en los extremos de la parcela, una peculiaridad es en el cultivar achatado uno, el cual presentó tendencia al aumento poblacional de artrópodos durante todo el ciclo vital de la planta, a diferencia de los demás cultivares en los que desciende la población. Se destacaron como organismos fitófagos los siguientes: Coleóptera: Crhysomelidae, incluyendo las especies *Diabrotica* sp. y *Acalymma* sp.. En cuanto aquellos que ocasionaron más daño al cultivo son: Lepidoptera: Pyralidae: *Diaphania* sp., y Sesiidae: *Melittia* sp. Así mismo los organismos benéficos más importantes por su rol, lo desempeñan los Hymenoptera: Apidae (*Apis* sp., y *Melipona* sp.), Vespidae: *Polybia* sp., Hemíptera: Anthocoridae: *Orius* sp., y Neuróptera: Chrysopidae.

En la investigación realizada el problema de virus se manifestó cuando el cultivo tenía 35 días de edad, probablemente afectados por más de un tipo de virosis, los seis cultivares demostraron síntomas de achaparramiento, corrugado de las hojas y amarillamiento en las hojas. A pesar de la incidencia por virosis, los cultivares manifestaron cierta tolerancia al daño, produciendo frutos y sin sintomatología en las hojas nuevas, a excepción del cultivar achatado uno, en el cual persistió el achaparramiento y las hojas corrugadas. El cultivar con mayor nivel de tolerancia se observó en el cultivar achatado dos.

En la investigación sobre caracterización realizada por Hernández (1993) resultó en que las accesiones fueron afectadas por virosis en diferentes grados presentando rangos de porcentajes de severidad de daño entre 54% hasta 88% antes de floración y desde 60% hasta 90% después de la floración.

Para el problema de las enfermedades fúngicas, se realizó mediante un análisis en laboratorio por CENTA, la identificación de *Pseudoperonospora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Curvularia* sp., *Cercospora* sp. y *Sclerotium* sp. en los seis cultivares de ayote, afectando al follaje y a los frutos de la planta.

Al respecto, Orozco (1997) afirma en su investigación que en cuanto al comportamiento de las enfermedades estas surgieron a pocos días de que las plantas germinaran, infectándose por el hongo.

Conclusiones

Se detectó variabilidad en las características agronómicas y morfológicas de la planta, a un nivel intra e inter de los cultivares.

Los seis cultivares evaluados se dividieron según sus características en tres grupos distintivos: el primer grupo con mayor nivel de homogeneidad lo conforman el cultivar de forma del fruto elíptico y el cultivar de forma achatado dos destacados por presentar un valor mayor en la longitud de hoja, ancho de hoja, longitud del fruto, longitud del pedúnculo, longitud de semilla y ancho de semilla.

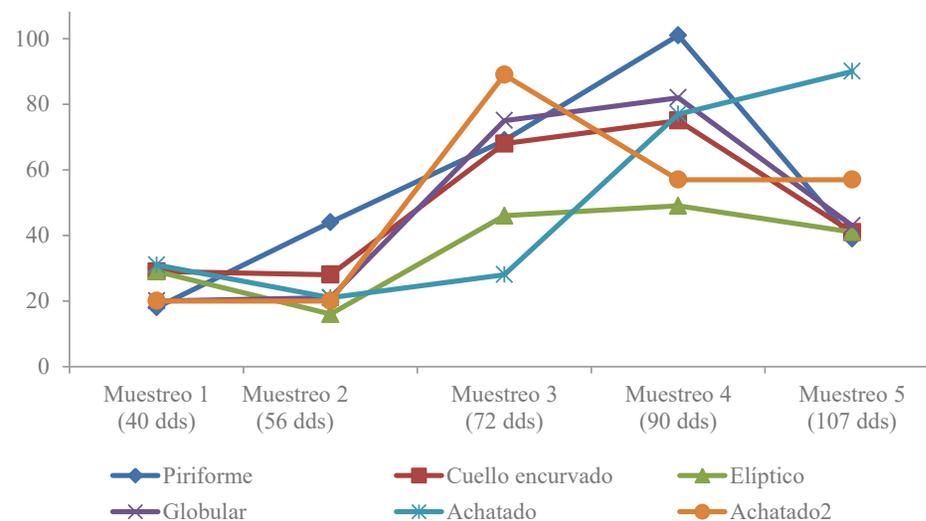


Figura 5. Población total de artrópodos.

El segundo grupo por el cultivar de cuello encurvado, que expone la mayor heterogeneidad en sus características en comparación con los demás, expresando predominancia en las variables: ancho de la hoja; espesor de semilla y el peso de 100 semillas.

El tercer grupo compuesto por los cultivares de forma piriforme y globular, quien es el segundo con mayor homogeneidad, demostró potencial en las variables: peso del fruto; longitud del pedúnculo y número de semillas por fruto.

La variabilidad que mostraron los cultivares se debe atribuir a la información genética que poseen estos materiales a la polinización abierta. En ocasiones la variabilidad se debe probablemente al amplio rango de compatibilidad en cruces interespecíficos dentro de algunos géneros.

Los niveles más altos de artrópodos asociados al ayote se presentaron en los cultivares piriforme y achatado dos; el comportamiento en el cultivar achatado uno, mostró tendencia al aumento poblacional de artrópodos durante todo el ciclo de la planta.

Los artrópodos fitófagos que se presentaron en mayor abundancia se destacan: Coleóptera: Chrysomelidae. En cuanto aquellos que ocasionaron más daño al cultivo son: Lepidóptera: Pyralidae: *Diaphania* sp. Asimismo, los organismos benéficos más importantes por su rol fueron; Himenóptera: Apidae: *Apis* sp., *Melipona* sp.; Hemíptero: Anthocoridae: *Orius* sp., Neuróptera: Chrysopidae, Vespidae: *Polybia* sp.

Recomendaciones

Cultivar de cuello encorvado, si el propósito del ayote es para cosecha de semilla, ya que este fruto demostró tener los valores más altos en cuanto al número de semillas.

Potenciar el cultivar piriforme, que presenta mayor cantidad de pulpa, pudiendo ser utilizado con fines agroindustriales en los que se use la pulpa como materia prima.

Desarrollar estudios en la mejora genética para el mejoramiento de la pulpa del ayote, con enfoque de materia prima para la alimentación humana, por sus grandes aportes nutricionales.

Establecer desde el principio buenas prácticas agrícolas como: limpieza de plantas perennes que hospeden insectos, y la rotación de cultivos o cultivos intercalados para evitar poblaciones numerosas.

Bibliografía

DGEA (Dirección General de Economía Agropecuaria, SV). 2016. Boletín mensual de precios mayoristas de los principales productos agropecuarios a nivel nacional (en línea). San Salvador, SV. Consultado 15 may 2016. Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/informe-mensual-de-precios-de-productos-agropecuarios/>

Figuroa Jerez, JF. 1997. Caracterización agromorfológica y Nutricional de 20 cultivares de Güicoy (Cucurbita pepo), nativos de Guatemala en el valle de Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 92 p.

Hernández Chavarría, P. 1993. Caracterización preliminar de 10 accesiones de ayote. Cucurbita moschata Duch. Tesis Ing. Agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 111 p.

IBPGR (The International Board for Plant Genetic Resources, IT). 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. 1ª ed. Roma. IT. 101 p.

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, CR. 1ª ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 462 p.

Martínez Enamorado, MJ. 1992. Caracterización General de 25 cultivares de ayote (Cucurbita sp. Duch.) proveniente del Nor-Oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 92 p.

Orozco Orozco, LA. 1997. Estudio de la incidencia de las enfermedades fungosas en tres etapas fenológicas y su efecto en el rendimiento de tres híbridos de Zucchini (Cucurbita pepo c.v. zucchini), Santo Tomas milpas Altas Sacatepequez. Tesis Ing. Agr. GT. Universidad San Carlos de Guatemala. 74 p.

Toledo Guananga, J; Guerrero Rodríguez, A. 2007. Proyecto piloto de producción de una compota de zapallo como una opción para mejorar la nutrición infantil de los niños de la ciudad de Guayaquil. Tesis Lic. Guayaquil. EC. Escuela Superior Politécnica de Litoral. 201 p.

Alumnos y docentes realizan sus prácticas en las instalaciones de la Universidad de El Salvador



Normas de publicación de 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 elegirlas 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. El Artículo Científico deberá tener 16 páginas.



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro

Contacto: revista.agrociencia@ues.edu.sv
Agosto 2017