



ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N° 19

PANAMÁ, 2005

 **INSTITUTO DE
INVESTIGACION
AGROPECUARIA DE PANAMA**

ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA Nº 19

PANAMÁ, 2005

Revista Ciencia Agropecuaria. Instituto de Investigación
Agropecuaria de Panamá. Departamento de
Ediciones y Publicaciones.

no. 19 (2005) Anual
118 p .ilus.
ISSN: 0258-6452

1. INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS - PANAMÁ
2. INVESTIGACIONES PECUARIAS - PANAMÁ

Agradecemos Canje
Wir bitten um Austausch - Exchange requested
On demande l'échange - Gradiremmo cambio

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Guillermo Salazar
Ministro de Desarrollo Agropecuario

Ing. Belisario Castillo
Gerente General del Banco
de Desarrollo Agropecuario
Miembro

Dr. Juan M. Osorio
Decano de la Facultad
Ciencias Agropecuarias
Miembro

Dr. Reynaldo Pérez-Guardia
Director General del IDIAP
Secretario

CUERPO DIRECTIVO

Dr. Reynaldo Pérez-Guardia
Director General del IDIAP

M.Sc. Benjamín Name
Sub-Director General del IDIAP

Dr. Julio Santamaría Guerra
Director Nacional de
Centros de Investigación

M.Sc. Carmen Y. Bieberach
Directora Nacional de
Investigación Agrícola

Dr. Manuel De Gracia
Director Nacional de
Investigación Pecuaria

M.Sc. José A. Aguilar
Director Nacional de Productos
y Servicios

M.Sc. Franklin Becerra
Director Nacional de
Planificación y Socioeconomía

Licda. Berta D. Pérez
Directora Nacional de
Administración y Finanzas

M.Sc. Ladislao Guerra M.
Director del CIA-Occidental

Ing. Ezequiel Gaitán
Director del CIA-Central

Dr. Melvin Espino
Director del CIA-Azuero

Ing. Jhonhas A. Guevara
Director del CIA-Oriental

Ing. Andrés Acosta
Director del CIA-Trópico Húmedo

Ing. Pío Tuñón
Director del CIA-Recursos
Genéticos

Elizabeth S. De Freitas G., Ph.D.
Directora de la Revista Científica

EDITORAS

Elizabeth S. De Freitas G., Ph.D.
Neysa G. de Rojas, Mgtr.

COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Bolívar Pinzón, M.Sc. Edafología
Bruno Zachrisson, Ph.D. Entomología
Ismael Camargo, Dr. Genética y Mejoramiento de Plantas
José Lezcano, M.Sc. Parasitología Agrícola
Kilmer von Chong, Ph.D. Fitopatología
Omar Chacón, M.Sc. Ciencia de la Carne
Román Gordón, M.Sc. Protección de Cultivos
Said Caballero, M.Sc. Microbiología

Ciencia Agropecuaria se distribuye a un costo de B/.3.50 (\$3.50) por ejemplar.

La correspondencia relativa a la distribución y canje de **Ciencia Agropecuaria** debe dirigirse a Centro de Información Documental Agropecuaria del IDIAP.

Las cartas relacionadas con el contenido editorial deben enviarse al Departamento de Publicaciones a la siguiente dirección:

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ
Departamento de Ediciones y Publicaciones

Apartado 6-4391. El Dorado, Panamá
Tel. 3170519-22 / 7755250 / Fax: 7742607
idiap_pan@cwpanama.net
idiap_dav@cwpanama.net

NORMAS PARA AUTORES

A. NORMAS GENERALES

La revista *Ciencia Agropecuaria* publica artículos científicos originales realizados en cualquier área de la Ciencia Agrícolas y Pecuarias. Los escritos deben ser enviados a la Directora de la Revista redactados en español. La presentación en otro idioma deberá ser consultada previamente con la Directora de la Revista.

Los trabajos aceptados serán publicados bajo el entendimiento de que el material presentado es original e inédito, siendo los autores los únicos responsables por la veracidad y exactitud de las afirmaciones y datos presentados. Además, los autores deberán solicitar, cuando sea necesario, los permisos para la publicación de los datos ya reportados.

Los trabajos deben ser de interés para un público especializado, redactados en prosa científica y comprensible al lector. Los trabajos deben entregarse en disquetes de computadora 3 1/2". Se debe entregar un original y una copia.

Se recomienda emplear la nomenclatura y simbología recomendada en "Conference of Biological Editors. Committee on Form and Style. Style Manual for Biological Journals". Todas las unidades utilizadas en el escrito deben expresarse en el Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Decimal).

Las fotografías deben de muy buena calidad; deben mostrar con claridad el área de interés para el lector y tomadas con criterio científico, tamaño 10 x12.5 cm. En algunos casos, la editora solicitará los datos originales para la elaboración de la figura. Los cuadros y leyendas de figuras y fotografías deben ser numerados en arábigo por orden de referencia en el texto.

B. NORMAS ESPECÍFICAS

1. **ARTÍCULO CIENTÍFICO:** Se estructurará de la siguiente forma. Título (español), autores (identificación y lugar de trabajo en pie de página), resumen en español e inglés, introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, bibliografía, cuadros y figuras. Extensión máxima: Veinte páginas, incluyendo cuadros, figuras, fotos y referencias.
 - a. **Título:** En mayúsculas, debe expresar en no más de 20 palabras el contenidos, las materias y conceptos claves. Se proporcionara en español e inglés.

- b. **Autores:** Centrado, después del título, se indicaran en orden, primer autor y co-autores. Los títulos, grados académicos, cargos, nombre del (los) autor (es), lugar donde se realizó el trabajo se indicarán el pie de página.
- c. **Resumen:** En español e inglés. Debe ser breve y no exceder de 5% (aproximadamente 250 palabras) del texto principal completo. Incluye el método experimental, el objetivo de la investigación, los resultados más importantes y las conclusiones. El resumen debe ser lo suficientemente explícito para que el lector obtenga un conocimiento exacto del contenido. Esto es esencial para el resumen en inglés.
- d. **Introducción:** Debe ser breve y contendrá los antecedentes más importantes, relevantes de la investigación, el estado actual del tema objeto de la investigación, la problemática (alcances y limitaciones) y las razones por las cuales se hizo el planteamiento.
- e. **Materiales y Métodos:** Se expondrán de forma concisa, los materiales utilizados y la metodología aplicada. Se deberá presentar los detalles necesarios para que el lector interesado pueda repetir la parte experimental, con indicación de los datos agrometeorológicos, diseño y métodos de análisis estadístico empleados. Para los procedimientos ya descritos en la literatura, deben ser citados y sólo se aceptará la mención de modificaciones sustanciales.
- f. **Resultados y Discusión:** Se dan a conocer los datos obtenidos más importantes. Estos deben presentarse en la forma más concisa posible (si es necesario se utilizarán subtítulos, si son varios los factores que intervinieron en el estudio). Las figuras y cuadros deben ser elementos de apoyo a los resultados y no deben repetir la información que aparece en el texto. Los promedios y señalamientos de diferencias significativas deben acompañarse de las indicaciones de la variación relativa y probabilidad alcanzada.

En la discusión de resultados se señalan las relaciones entre los hechos observados. Debe indicarse el significado de los hechos, las causas, sus efectos y sus implicaciones.
- g. **Conclusiones :** En esta sección se presentan los hechos significativos en forma clara y lógicamente ordenadas. Las conclusiones deben dar respuesta a los objetivos descritos en la introducción.
- h. **Recomendaciones:** Esta sección puede estar o no presente en el artículo. En caso de que el autor presente sugerencias, las mismas deberán presentarse en esta sección.

- i. **Bibliografía:** Se incluirá sólo la literatura citada tomada en cuenta las recomendaciones del documento sobre Redacción de Referencias Bibliográficas del IICA, 4ª edición.
- j. **Agradecimiento:** Para efecto de reconocimiento del autor a personas e instituciones que hayan colaborado en la información del manuscrito deberán presentarse en esta sección.

2. NOTAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

a. **Notas Científicas:** Serán considerados aquellos escritos basados en aspectos experimentales o investigaciones terminadas o en curso, de cualquier tipo, que presenten un aspecto metodológico novedoso o con resultados que el autor decida comunicar, en este estilo, por considerarlo importante.

b. **Notas Técnicas:** Serán considerados aquellos escritos que presenten: (1) Descripción de una nueva técnica de producción; (2) Estudios preliminares de caracterización de nuevos criterios de selección; (3) Resultados o logros sobresalientes de un programa; (4) Temas de interés, científico y tecnológico.

Las notas científicas y técnicas no requieren de separación de acápites ni de subtítulos, deben contener en el texto los antecedentes y deben resaltar claramente el objetivo del trabajo, metodología con énfasis en los procedimientos. Las conclusiones y las recomendaciones deben aparecer en el curso de la discusión de resultados (totales o parciales) alcanzados al tratar el problema.

Las notas deben llevar el título en español e inglés, nombres y dirección de autores e instituciones se anotarán en pie de página. El escrito no debe exceder cinco páginas (21.2 cm x 27.5 cm) incluyendo referencias, cuadros y figuras. Los cuadros no deberán ser más de tres.

3. ENSAYOS Y REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS

Se estructurarán de la siguiente forma: Título, nombre del autor (es), introducción, subtítulos y referencias bibliográficas. Podrá ser presentado en otro idioma, previa consulta con la Directora de la Revista. Debe tener una extensión máxima de 20 páginas, incluyendo cuadros, figuras y referencias bibliográficas.

CONTENIDO

-
- 1-14** EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA Y CARGA BACTERIOLÓGICA EN LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES. CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2003.
Omar Chacón; Pedro Guerra M.; Ricaurte A. Quiel
-
- 15-33** EFECTO DEL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS. CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2004.
Aracelly Vega; Rosa E. Caballero; José R. García; Noboru Mori; Pedro Guerra M.
-
- 35-46** EVALUACIÓN DE DOS PERÍODOS DE PASTOREO DIARIOS EN UN SISTEMA DE SEMICONFINAMIENTO PARA EL ENGORDE DE TORETES. LOS SANTOS, PANAMÁ.
Manuel Humberto Ruiloba
-
- 47-70** EFECTOS DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO SOBRE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae), Y EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.
Esteban Sánchez; Romel Sánchez
-
- 71-94** ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS COMO PORTAINJERTOS (CITRICOS CITRANGE CARRIZO Y TROYER), UNA ALTERNATIVA DE PROPAGACIÓN.
Jaén, Melvin; Villegas M.; Angel; Arellano, G.
-
- 95-114** INVENTARIO DE LOS PARASITOIDES DE *Liriomyza* spp. (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EN PAPA. CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2002 - 2003.
Tomás A. Araúz C.; Juan A. Bernal Vega
-

NOTA TÉCNICA

-
- 115 HIBRIDACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) PARA LA OBTENCIÓN DE SEMILLAS F1. DIVISA, PANAMÁ. 2004.
Pedro V. Him H.; Arnulfo Nieto
-
- 116 HIBRIDACIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum* sp.) PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS F1. DIVISA, PANAMÁ. 2004.
Pedro V. Him H.; Arnulfo Nieto
-
- 117 ENSAYO DE POBLACIONES SEGREGANTES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) GENERACIÓN F9 - F10. DIVISA, PANAMÁ. 2004.
Pedro V. Him H.; Arnulfo Nieto
-
- 118 HIBRIDACIÓN EN EL CULTIVO DE PIMENTÓN (*Capsicum* sp. Mill) DIVISA, PANAMÁ. 2004.
Pedro V. Him H.; Arnulfo Nieto
-

EFFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA Y CARGA BACTERIOLÓGICA EN LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES. CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 2003.

Omar Chacón P.¹; Pedro Guerra ²; Ricaurte Quiel ³

RESUMEN

En Panamá predomina el grupo racial Cebuino, el cual tiene limitantes para satisfacer las más altas exigencias del mercado externo, debido a su baja terneza. Una alternativa tecnológica para solucionar este problema es el ablandamiento mecánico, que consiste en la acción incisiva de múltiples cuchillas sobre las piezas cárnicas deshuesadas, las cuales no sufren destrucción aparente de la estructura tisular a pesar de la profundidad de las punciones. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del ablandador mecánico sobre la terneza y carga bacteriológica en la carne del ganado Cebú y sus cruces. Se colectaron muestras de los músculos *Longissimus dorsi*, *Semitendinosus* y *Semimembranosus*, tomadas 24 horas *postmortem*. Se midió el efecto de dos tratamientos: (0X = sin pase y 1X = un pase por el ablandador mecánico y maduración por 14 días) sobre la terneza de los tres músculos. Los grupos raciales usados fueron Cebuinos (Brahman), Cruzados F1 (1/2 Simmental x 1/2 Brahman, 1/2 Charolais x 1/2 Brahman, 1/2 Angus Rojo x 1/2 Brahman y 1/2 Senepol x 1/2 Brahman) y Criollo Guaymí (*Bos taurus* cárnico). Los resultados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado y la comparación de medias ajustadas mediante una prueba "t". Hubo un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) entre los tratamientos, obteniéndose un mejoramiento en la terneza de 36.6% con 1X. Los resultados también reflejan variaciones significativas ($P < 0.05$) dentro del tipo de pieza cárnica de dos músculos: en el *Semitendinosus* la terneza mejoró 3.13 Kgf (49.4%) y en el *Longissimus dorsi* mejoró 2.12 Kgf (44.4%), mientras que en el *Semimembranosus* el incremento fue de 0.66 Kgf (14.7%), siendo esta diferencia no significativa ($P > 0.05$). Con un pase (1X) por el ablandador mecánico se obtuvo un mejoramiento ($P < 0.05$) en la terneza del grupo racial Criollo Guaymí de 1.27 Kgf (28%), mientras que el mejoramiento ($P < 0.01$) en Brahman fue de 2.06 Kgf (38%) y en los animales Cruzados F1 fue de 2.14 Kgf (41%). La carga bacteriológica (Mesófilos aerobios, *Salmonella* spp, Coliformes totales y fecales) cuantificada en este estudio está por debajo de la zona de alteración microbiológica. Se concluye que la aplicación de un pase por el ablandador mecánico y maduración de 14 días, mejora la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces con una carga bacteriológica que no representa riesgos para la salud pública.

PALABRAS CLAVES: Terneza, ablandador mecánico, *Longissimus dorsi*, *postmortem*, *Semitendinosus*, *Semimembranosus*, carga bacteriológica, cruzados.

¹ Lic. Química, M.Sc. Ciencia de la Carne. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: ochacon@idiap.gob.pa

² Ing. Agr., M.Sc. Mejoramiento Genético Animal. Gerente de Proyecto. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: pguerra@idiap.gob.pa

³ Ing. Agr. Zoot. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: rquiel@idiap.gob.pa

EFFECT OF MECHANICAL SOFTENER ON TENDERNESS AND BACTERIOLOGICAL COUNT IN THE MEAT OF THE ZEBU AND ITS CROSSER. CHIRIQUÍ. PANAMÁ. 2003.

Zebu group predominates in Panama, wich has limitations to satisfy the most high exigencies of the foreing market, due to its low tenderness. A technological alternatives to solve this problem is the mechanical softener, that consists in the action of incisive blades over boneless pieces of meat. This pieces do not present apparently tissuelar destruction, desprite of the puncture deeps. The objective of this study was to determine the effect of the mechanical softener on the tenderness and bacteriological count in the meet of Zebu cattle and their crosser. Then were collected samples from the *Longissimus dorsi*, *Semitendinosus* and *Semimembranosus* muscles, take 24 h post mortem. Two treatment were evaluated, (0X = without pass and 1X = one pass through the mechanical softener and 14 d aging on the tenderness of the through muscles. Genetic group were: Zebu (Brahman, F1 crossbreds (½ Simmentel x ½ Brahman, ½ Charolais x ½ Brahman, ½ Red Angus x ½ Brahman and ½ Senepol x ½ Brahman) and Guaymi Creole (Beef *Bos taurus*). Results were analyzed by a general linear model and mean treatment comparisons were made through t test. There was highly significant differences ($P < 0.01$) between treatments, where tenderness was improved by 36.6% with 1X. Results also showed significant ($P < 0.05$) variations among muscles. *Semitendinosus* tenderness was improved in 3.13 Kgf (49.4%) and in 2.12 Kgf for *Longissimus dorsi*, while for the *Semimembranosus* the improvement was 0.66 Kgf (14.7%) but not significant ($P > 0.05$). With 1X tenderness was improved by 1.27 Kgf (28%) in Guaymi Creole samples ($P < 0.05$), but in Brahman, tenderness was improved ($P < 0.01$) by 2.06 Kgf (38%), and in Crossbreed samples by 2.14 Kgf (41%). Bacteriological count (Aerobic mesophyllum, *Salmonella* spp. total and fecal Coliforms) was quantified below of the critical number It was concluded that application of 1X and 14 d aging, improves tenderness of Zebu and its crosses meat with a bacteriological count without human health risk.

KEYWORDS: Tenderness, mechanical softener, *Longissimus dorsi*, *Semitendinosus*, *Semimembranosus*, Post mortem, bacteriological count, crossbreds.

INTRODUCCIÓN

En la ganadería bovina de Panamá predomina la raza Cebú, sin embargo la mayor limitante que posee la carne de ésta raza para satisfacer las exigencias del mercado externo es su baja terneza (Koochmarai y col., 2000).

La sensación de terneza es el grado de resistencia a la masticación cuando se come carne y está determinada por la fuerza mecánica que se ejerce sobre las fibras musculares y el tejido conectivo. Este tejido está cons-

tituido por cantidades variables de colágeno, elastina y reticulina (Swatland, 1991). El colágeno es la principal proteína estructural del tejido conectivo y la gran fuerza tensora de sus fibras se debe a la existencia de puentes cruzados o enlaces intermoleculares, los cuales aumentan con la madurez cronológica del animal (Zamorano, 1993).

Por otra parte, bajo las estructuras actuales del mercado, en Panamá se sacrifica una gran cantidad de animales Cebuinos con edades cronoló-

gicas avanzadas, que sumada a la limitante genética en terneza, afectan negativamente la apreciación de los consumidores sobre su calidad organoléptica.

Una alternativa tecnológica para solucionar el problema de la dureza de la carne es la del ablandamiento mecánico (Marsden y col., 2000), la cual consiste en la incisión con múltiples cuchillas (Pietrasik y col., 2004) sin destruir la estructura cárnica y, en consecuencia, la carne se hace más suave, jugosa y su cocimiento con calor húmedo o seco se hace más rápido. Este proceso puede ser controlado y aplicado con mayor uniformidad a menor costo comparado con otras técnicas ablandadoras de carne. Otras ventajas que se obtienen con éste método es la disminución en el tiempo de maduración, se evita el uso de sustancias químicas, la carne mantiene su aspecto, color y peso sin perder su jugo (Pietrasik y col., 2004).

De acuerdo a Seideman y col. (1985), mediante el ablandamiento mecánico se ha mejorado la terneza y disminuido la cantidad de tejido conectivo detectado en paneles sensoriales; también se obtuvo una reducción en el tiempo de cocción.

Además, en un proceso de ablandamiento mecánico, las cuchillas transfieren un 3 a 4% de la contamina-

ción de la superficie al interior del músculo (Marsden y col., 2000), sumado a las formas de preparación culinaria de algunas piezas cárnicas en nuestro país (término medio o 3/4 de cocción), puede representar un riesgo de salud para el consumidor, de ahí la importancia de cuantificar las variaciones en la carga bacteriológica.

En Panamá, existen pocas investigaciones sobre los métodos mecánicos para mejorar la terneza de la carne en la raza Cebú y sus cruces con razas *Bos taurus* cárnicas; que, sumadas a las limitantes que presenta este producto y sus variantes en la comercialización, hacen necesario efectuar procedimientos que contribuyan a elevar su valor y consumo, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del ablandador mecánico sobre la terneza y carga bacteriológica en la carne del ganado Cebú y sus cruces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Agropecuaria Occidental del IDIAP con animales provenientes de la Estación Experimental Carlos Manuel Ortega en Gualaca, y las muestras de carne fueron tomadas en el Matadero Chiriquí S.A., 24 horas después del sacrificio. Los análisis de

terneza se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Carne del IDIAP.

Duración del estudio

Este trabajo fue realizado durante el periodo comprendido de mayo de 2002 a enero de 2003.

Tipo de pieza cárnica

Se evaluaron los músculos *Longissimus dorsi* (lomo), *Semitendinosus* (lomo mulato) y *Semimembranosus* (pulpa negra); provenientes de 69 animales machos enteros cebados en pastoreo con edad promedio de 26 ± 3 meses al sacrificio.

Proceso de ablandamiento

Tomando parcialmente la metodología descrita por Seideman y col. (1985), las muestras de cada músculo fueron divididas en dos partes; a la primera sección se le determinó la terneza sin ablandamiento mecánico (0X) al día 1 y la otra sección se le aplicó un pase (1X) a través del ablandador mecánico Berkel modelo 705S adaptado con cuchillas de 32 x 200 mm. Las secciones ablandadas mecánicamente fueron empacadas en bolsas plásticas con cierre hermético, maduradas a 0°C por 14 días, luego se le midió la terneza y carga bacteriológica.

Grupo racial

Para determinar diferencias entre grupos raciales, éstos fueron agrupados en Cebuínos (Brahman), Cruzados F1 (1/2 Simmental x 1/2 Brahman, 1/2 Charolais x 1/2 Brahman, 1/2 Angus Rojo x 1/2 Brahman y 1/2 Senepol x 1/2 Brahman) y Criollo Guaymí (*Bos taurus* cárnico).

Prueba de terneza

Se empleó la metodología descrita por Brooks y col. (2000) y estandarizada según Savell (2001). Las secciones fueron descongeladas a temperatura ambiente. Luego se colocaron en un asador eléctrico con parrilla abierta para su cocción (Lawrence y col., 2001; Wheeler y col., 1998). Durante la cocción, la muestra es volteada después de alcanzar 40°C de temperatura interna y luego, cuando alcanza una temperatura interna de 70°C, es retirada del asador. Cada muestra cocida fue envuelta en papel aluminio y refrigerada a 5°C por 20 horas. Posteriormente, se obtuvieron con un sacabocado cinco tarugos de 1.27 cm de diámetro paralelos a la fibra muscular. Cada tarugo fue sometido a cizallamiento con el Warner-Bratzler Shear (WBS) en forma perpendicular a la fibra muscular, donde se registró la fuerza máxima expresada en kilogramos (Kgf) necesaria para cortar cada tarugo.

Análisis microbiológico

Se realizaron conteos bacteriológicos de mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales (Hernández, 2000) y *Salmonella* spp según la Secretaría de Salud de México (1995). Para realizar estos análisis se colocaron 25 g de la muestra en una bolsa estéril y se le añadieron 225 ml del diluyente estéril (agua peptona de carne al 0.1%), después fue masajeadada durante un minuto para transferir los microorganismos al agua peptona, obteniéndose una dilución de 10^0 .

Las diluciones se realizaron con una pipeta estéril tomando 1 ml de la dilución 10^0 , el cual se vertió en un frasco que contenía 9 ml del mismo diluyente, obteniéndose una dilución 10^{-1} . De esta dilución se tomó 1 ml y se vertió en un frasco con 9 ml del mismo diluyente para obtener la dilución 10^{-2} y para la dilución 10^{-3} se tomó 1 ml de la dilución 10^{-2} y se vertió en un frasco con 9 ml del diluyente.

Conteo total de mesófilos aerobios

Usando diferentes pipetas para cada dilución decimal realizada anteriormente, se obtuvo de 1 ml del inóculo y se colocó en una caja petri estéril previamente identificada. Este proceso se realizó por duplicado para cada dilución. Posteriormente, se agregaron a cada caja petri de 12 a 15 ml de Agar

para métodos estándar esterilizado, fundido y enfriado a $45 \pm 1^\circ\text{C}$. Se incubaron las cajas en posición invertida a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas. En la lectura se cuentan todas las colonias desarrolladas en aquellas cajas petri (excepto las de mohos y levaduras) donde aparecen entre 30 a 300 colonias y el valor obtenido se multiplica por el inverso de la dilución obteniéndose así la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de mesófilos aerobios por ml de muestra.

Coliformes totales

La determinación de bacterias coliformes totales se efectuó siguiendo la técnica del Número Más Probable (NMP) o Técnica de Dilución en Tubo. Para ello se inoculó 1 ml de cada una de las diluciones (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) en tubos de ensayo conteniendo 9 ml de caldo de lauril sulfato de sodio esterilizado y una campana de fermentación tipo Durham invertida; proceso realizado por triplicado. Los tubos se incubaron a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 48 horas.

La producción de gas en el tubo Durham indicó una reacción positiva con lo cual se obtuvo un resultado presunto de la presencia de coliformes. Para confirmar la presencia de coliformes, se transfirió con un asa de platino dos a tres asadas del inóculo a tubos separados conteniendo 5 ml de caldo bilis verde brillante al 2% esterilizado y una campana de fermentación

tipo Durham invertida; se incubaron durante 48 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$. La presencia de gas en el tubo Durham confirmó la presencia de coliformes totales y se calculó el NMP por ml de muestra usando una tabla prediseñada para el NMP y límites de confianza de 95%. Esta técnica proporciona una estimación estadística de la densidad microiana presente con base a que la probabilidad de obtener tubos con crecimiento positivo disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculado.

Coliformes fecales

Para valorar los resultados de esta determinación se utilizó la técnica del NMP. De los tubos de ensayo con caldo de lauril sulfato de sodio que resultaron presuntos a coliformes, con un asa de platino se transfirieron dos a tres asadas de inóculo a frascos conteniendo 5 ml de caldo bilis verde brillante al 2% esterilizado y una campana de fermentación tipo Durham en posición invertida para observar la presencia de gas. De igual forma se transfirió inóculo a un frasco conteniendo 3 ml de agua triptona estéril. Posteriormente, se incubaron a una temperatura de $44 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 horas.

Los frascos con presencia de gas son presuntos a la presencia de coliformes fecales. La confirmación se realizó mediante la prueba de indol, la cual consistió en agregar de 0.2 a 0.3 ml de reactivo de Kovacs a los frascos

de agua triptona y se dejaron reposar por 10 minutos. La presencia de un anillo color rojo cereza en la superficie indica una reacción positiva a microorganismos coliformes fecales y se calcula el NMP por ml de muestra.

Salmonella

Para la determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella*, se siguieron los siguientes pasos:

a) Pre-enriquecimiento

Se tomaron 25 ml de la dilución 10^0 con pipeta estéril y se transfirieron a 225 ml de agua de peptona buffer (BPW) previamente esterilizada; posteriormente fueron incubados a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 horas.

b) Enriquecimiento selectivo

Se prepararon dos medios para este propósito: uno con caldo de selenito y cistina (CSC) y el otro con caldo de tetrionato-verde brillante (CT-VB). Después de las 24 horas de incubación de la muestra en pre-enriquecimiento se tomaron 10 ml de ésta y se colocaron en cada uno de los medios de enriquecimiento selectivo CSC y CT-VB, los cuales fueron incubados por 24 horas a una temperatura de $44 \pm 1^\circ\text{C}$.

c) Aislamiento en medios de cultivo selectivos y diferenciales

Se prepararon tres medios (Agar verde brillante, Agar xilosa lisina

desoxicolato y Agar para *Salmonella - Shigela*) en cajas petri. Cuando el tiempo de incubación del medio de enriquecimiento finalizó, con un asa de platino se tomó una muestra del CSC y se inoculó en estrías en cada uno de los medios selectivos; proceso que se repitió con el CT-VB. Las cajas petri se incubaron en forma invertida durante 48 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$. Posteriormente todas las colonias de las cajas petri son comparadas con las características específicas para *Salmonella* proporcionadas por el fabricante del medio de cultivo selectivo.

d) Identificación bioquímica

Las colonias sospechosas en los medios antes citados fueron inoculadas en medios inclinados de Agar de tres azúcares y hierro (TSI) y Agar de hierro y lisina (LIA), por estría en la superficie inclinada y por punción en el fondo. Se considera presuntivamente positiva para *Salmonella* las colonias que en Agar TSI presentan en el fondo del tubo un color amarillo con formación de gas y en la superficie del medio un color rojo más intenso que el medio original. En Agar LIA, son presuntivamente positiva para *Salmonella* las colonias que intensifican el color púrpura en todo el tubo.

Análisis estadísticos. Los resultados fueron analizados mediante un modelo lineal generalizado:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta(\beta)_k + (\alpha\beta)_l + \varepsilon_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = variable de respuesta

μ = media general

α_i = efecto del tipo de pieza cárnica

β_j = efecto de la cantidad de pases por el ablandador mecánico

$\delta(\beta)_k$ = efecto del grupo racial dentro de la cantidad de pases por el ablandador mecánico y es la relación utilizada como término de error para el efecto de β_j

$(\alpha\beta)_l$ = efecto de la interacción tipo de pieza cárnica por cantidad de pases

ε_{ijklm} = error aleatorio

La comparación de medias ajustadas fue realizada a través de una prueba "t" (Kuehl, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación: Terneza – Ablandador mecánico

El Cuadro 1 presenta los resultados del análisis de varianza para el efecto del ablandador mecánico y tipo de pieza cárnica sobre la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces.

Los valores de terneza de acuerdo al tipo de pieza cárnica variaron significativamente ($P < 0.05$) entre sí, mientras que los efectos del factor cantidad de pases por el ablandador mecánico, fueron altamente significativas ($P < 0.01$). También presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) la can-

tividad de pases dentro de raza y la interacción tipo de pieza cárnica por cantidad de pases. El coeficiente de variación (CV) obtenido se considera aceptable para este tipo de estudio.

El mejoramiento de la terneza mediante el efecto combinado de un pase (1X) por el ablandador mecánico y maduración por 14 días, se presentan en la Figura 1, en la misma se observa que la terneza mejoró 36.6%. Al respecto, Boleman y col. (1997) reportan que los consumidores perciben como carne tierna aquellas ubicadas entre 2.27 a 3.58 Kgf y el valor obtenido con el tratamiento indicado se encuentra dentro de éste rango.

La mayor parte del agua en el músculo está presente en forma de moléculas libres dentro de la fibra y entre las estructuras del tejido conectivo, las cuales pueden ser liberadas cuando se ejerce presión con la consiguiente disminución en la capa-

cidad de retención de agua; sin embargo, durante el proceso de ablandamiento mecánico, la pérdida de jugos fue insignificante en los tres músculos evaluados.

Al respecto, Huerta y col. (1979) reportan que los degustadores basándose en una escala de 8 puntos (1= extremadamente seco, 8= extremadamente jugoso), y carne proveniente de vacas adultas encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la jugosidad en el músculo *Semimembranosus* con puntaje de 5.5 para 0X y de 4.2 para 1X, mientras que en el *L. dorsi lumbar* no hubo diferencias ($P > 0.05$) en la puntuación (5.2 para 0X y 4.3 para 1X).

Relación: Ablandador mecánico - Tipo de pieza cárnica

Al evaluar el efecto de la interacción cantidad de pases por tipo de pieza cárnica (Figura 2), los resultados reflejan variaciones significativas

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

F de V	gl	CM
Tipo de pieza cárnica	2	11.17
Cantidad de pases	1	59.93**
Raza (Cantidad de pases)	4	6.51*
Tipo de pieza cárnica x Cantidad de pases	2	11.08*
Réplica (Cantidad de pases x Raza)	24	0.318 ^{ns}
Error	532	2.75
Total	565	-
CV: %	-	39.41

ns = no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$); * = diferencia significativa ($P < 0.05$);

** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)

tividad de pases dentro de raza y la interacción tipo de pieza cárnica por cantidad de pases. El coeficiente de variación (CV) obtenido se considera aceptable para este tipo de estudio.

El mejoramiento de la terneza mediante el efecto combinado de un pase (1X) por el ablandador mecánico y maduración por 14 días, se presentan en la Figura 1, en la misma se observa que la terneza mejoró 36.6%. Al respecto, Boleman y col. (1997) reportan que los consumidores perciben como carne tierna aquellas ubicadas entre 2.27 a 3.58 Kgf y el valor obtenido con el tratamiento indicado se encuentra dentro de éste rango.

La mayor parte del agua en el músculo está presente en forma de moléculas libres dentro de la fibra y entre las estructuras del tejido conectivo, las cuales pueden ser liberadas cuando se ejerce presión con la consiguiente disminución en la capa-

cidad de retención de agua; sin embargo, durante el proceso de ablandamiento mecánico, la pérdida de jugos fue insignificante en los tres músculos evaluados.

Al respecto, Huerta y col. (1979) reportan que los degustadores basándose en una escala de 8 puntos (1= extremadamente seco, 8= extremadamente jugoso), y carne proveniente de vacas adultas encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la jugosidad en el músculo *Semimembranosus* con puntaje de 5.5 para 0X y de 4.2 para 1X, mientras que en el *L. dorsi lumbar* no hubo diferencias ($P > 0.05$) en la puntuación (5.2 para 0X y 4.3 para 1X).

Relación: Ablandador mecánico - Tipo de pieza cárnica

Al evaluar el efecto de la interacción cantidad de pases por tipo de pieza cárnica (Figura 2), los resultados reflejan variaciones significativas

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

F de V	gl	CM
Tipo de pieza cárnica	2	11.17
Cantidad de pases	1	59.93**
Raza (Cantidad de pases)	4	6.51*
Tipo de pieza cárnica x Cantidad de pases	2	11.08*
Réplica (Cantidad de pases x Raza)	24	0.318 ^{ns}
Error	532	2.75
Total	565	-
CV: %	-	39.41

ns = no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$); * = diferencia significativa ($P < 0.05$);

** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)

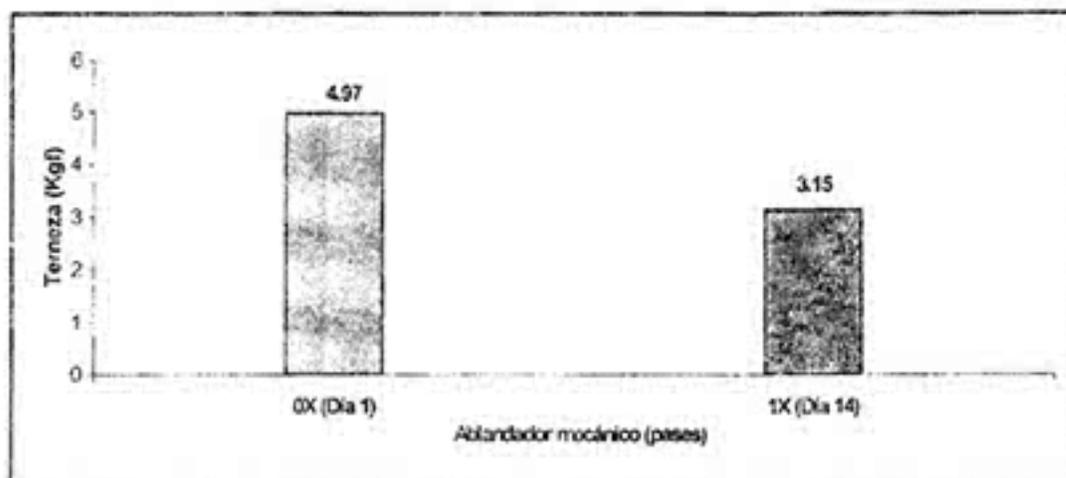


FIGURA 1. EFECTO DE PASES POR EL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

($P < 0.05$) en dos tipos de músculos; así tenemos que en el músculo *Semitendinosus* la terneza fue mejorada en 49.4% y en el *Longissimus dorsi* fue de 44.4%; mientras que en el músculo *Semimembranosus* el mejoramiento fue de 14.7%, siendo esta diferencia no significativa ($P > 0.05$).

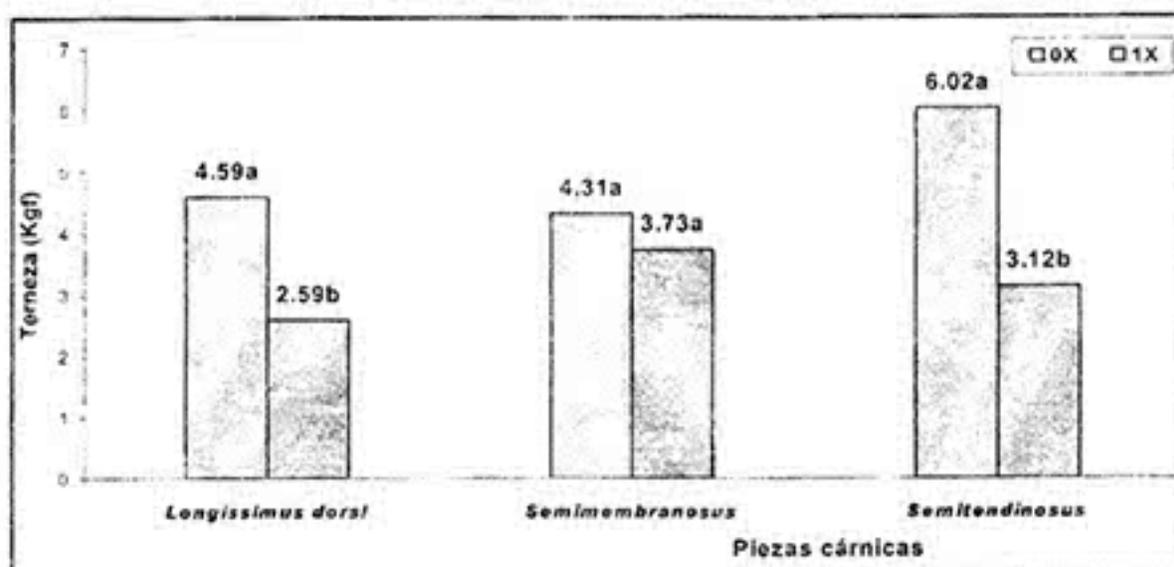
Según la escala de suavidad, reportada por Velazco (1999) el músculo *Longissimus dorsi* es "ligeramente suave", mientras que el *Semimembranosus* y *Semitendinosus* se ubican en la categoría "ligeramente duro", por lo tanto la respuesta del ablandamiento mecánico sobre la terneza obtenido en este estudio (Figura 2) no está en función del grado de suavidad descrito en dicha escala. También, Seideman y col. (1985) reporta un mejoramiento significativo ($P < 0.05$) de 20.3% en la terneza del músculo

Semimembranosus y 27% en el *Longissimus dorsi*, con un pase por el ablandador mecánico en carne proveniente de toros y novillos pardo suizos con edad de 13 meses.

Mientras que en una evaluación subjetiva utilizando una escala de ocho puntos (1= extremadamente duro y 8= extremadamente blando), Huerta y col. (1979) obtuvo una respuesta significativa ($P < 0.05$) de 36% al ablandamiento mecánico en los músculos *Semimembranosus* y *L. dorsi lumbar*, utilizando carne de vacas con madurez cronológica avanzada.

Relación: Ablandador mecánico - Raza

Los efectos de un pase (1X) por el ablandador mecánico sobre la terneza de la carne bovina de los grupos



Medias con la misma letra dentro de cada tipo de pieza carnica no difieren al 5%.

FIGURA 2. EFECTO DE PASES POR EL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA POR PIEZA CÁRNICA.

raciales: Cebuínos, Cruzados F1 y Criollo Guaymí se presentan en la Figura 3.

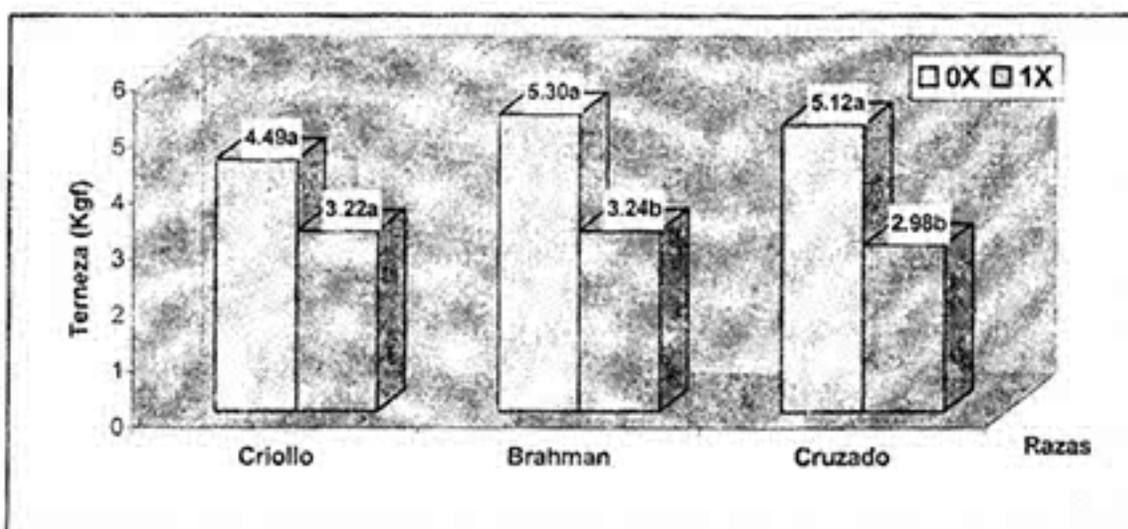
Con un pase (1X) por el ablandador mecánico se obtuvo un mejoramiento en la terneza del grupo racial Criollo Guaymí de 28% ($P < 0.05$), mientras que en el Brahman fue de 38% ($P < 0.01$) y en los animales Cruzados F1 fue de 41% ($P < 0.01$). Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros considerados como de máxima aceptación por los consumidores de acuerdo a Boleman y col. (1997).

En estudios previos, Chacón y col. (2004) reportan terneza con valores de 4.0 y 3.95 Kg en el Brahman y

Cruzado respectivamente, usando empackado convencional plastificado con 14 días de maduración; por lo tanto, se obtiene una mejor terneza por el efecto combinado del ablandador mecánico y maduración.

Por otra parte, Huerta y col. (1979) reportan que en carne de vacas adultas, se logran incrementos de 36% en la terneza de *L. dorsi lumbar* al ser ablandado mecánicamente (1X), pero que no se logra alcanzar el nivel de aceptabilidad para el degustador.

Las diferencias entre los grupos raciales se deben en gran parte, a las variaciones que presentan las distintas razas en el metabolismo del músculo *postmortem* y a los grados de encaste del Brahman (Di Marco, 1998). Al res-



Medias con la misma letra dentro de cada grupo racial no difieren al 5%.

FIGURA 3. EFECTO DE PASES POR EL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA POR GRUPO RACIAL.

pecto Zamorano (1993), indica que la raza y cruce son factores que modifican la textura de la carne y, por ende, la terneza.

Relación: Ablandador mecánico - Carga Bacteriológica

Dada la alta manipulación que tiene el producto cárnico durante el proceso de ablandamiento mecánico y maduración, se evaluó su efecto sobre la carga bacteriológica (Cuadro 2).

Se considera que la contaminación de muchos alimentos cárnicos ocurre cuando el conteo de mesófilos aerobios en placas excede 10^7 UFC/g (Fernandes y col., 1997), y el valor obtenido en esta investigación con un

pase a través del ablandador mecánico es inferior a este parámetro. También, Huerta y col. (1977) reporta que en muestras de la pierna trasera (músculos *Semimembranosus*, *Semitendinosus* y *Biceps femoris*) maduradas, el ablandamiento mecánico con lancetas no tuvo efectos significativos ($P > 0.05$) sobre los recuentos totales de mesófilos aerobios.

Los microorganismos coliformes son usados en microbiología de alimentos como indicadores de contaminación fecal y malas prácticas higiénicas (Jay, 1994). Al respecto, Rodríguez (1995) reporta conteos de: Log UFC/cm² (6.27 ± 0.23 de mesófilos y 1.77 ± 1.41 de coliformes) en cuadrada (pierna trasera) provenientes de

CUADRO 2. EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA CARGA BACTERIOLÓGICA AL DÍA 14 DE MADURACIÓN.

Microorganismos	0X (Día 1)	1X (Día 14)
Mesófilos aerobios (Log UFC)	2.87	3.21
Coliformes totales (Log NMP)	-	1.25
Coliformes fecales (NMP)	-	0
<i>Salmonella</i> spp (25 g)	negativo	negativo

UFC = unidades formadoras de colonias; NMP = número más probable

plantas muy buenas y maduras por siete días en envase permeable al oxígeno; por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio están lejos de la zona de alteración microbiológica.

CONCLUSIONES

- ◆ Mediante la aplicación de un pase por el ablandador mecánico y maduración se mejora la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces, obteniéndose valores considerados como "tiernos" por los consumidores.
- ◆ La respuesta al ablandamiento mecánico fue variable en los músculos evaluados.
- ◆ Se obtuvo un mayor efecto del ablandador mecánico sobre la terneza en las muestras provenientes de animales cruzados.

- ◆ Con el ablandamiento mecánico se puede generar productos cárnicos con rangos bacteriológicos que no representan riesgo para la salud pública.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Matadero Chiriquí, S.A., por las facilidades brindadas en la obtención de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- BOLEMAN, S.; MILLER, R.; TAYLOR, J.; CROSS, H.; WHEELER, T.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.; MILLER, M.; WEST, R.; JOHNSON, D.; SAVELL, J. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal Animal Science* 75: 1521-1524.

- BROOKS, J.; BELEW, J.; GRIFFIN, D.; GWARTNEY, B.; HALE, D.; HENNING, W.; JOHNSON, D.; MORGAN, J.; PARRISH, F.; REAGAN, J.; SAVELL, J. 2000. National beef tenderness survey -1998. *Journal of Animal Science* 78: 1852-1860.
- CHACÓN, O.; GUERRA, P.; QUIEL, R. 2004. Efecto de la maduración sobre la terneza de la carne del ganado cebú y sus cruces. Gualaca, Panamá, 2002. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (17): 57-74.
- DI MARCO, O. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Edit. por Di Marco, O.N. Mar del Plata, Argentina. pp. 1-246.
- FERNANDES, C.; FLICK, G.; SILVA, J.; MCCASKEY, T. 1997. Influence of processing schemes on indicative bacteria and quality of fresh aquacultured catfish filets. *Journal Food Protection* 60 (1): 54.
- HERNÁNDEZ, J. 2000. Monitoreo microbiológico de organismos indicadores de sanidad en canales de res de un rastro de la ciudad de Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. pp. 3-20.
- HUERTA, N.; SMITH, G.; CARPENTER, Z.; GARCÍA, M. 1979. Efectos del ablandamiento mecánico por lancetas sobre la culinaria y gustocidad de la carne vacuna. Universidad de Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 5 (2): 486-494.
- HUERTA, N.; SMITH, G.; CARPENTER, Z. 1977. Efectos del ablandamiento mecánico, el recorte y la cloración acidulada sobre la carga de la microflora aeróbica y psicrotrofica en carnes maduras de res. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia, Venezuela. *Revista Veterinaria Tropical* 2: 27-42.
- JAY, J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. 3a ed. Editorial Acibia, S.A. España. 804 p.
- KOOHMARAIE, M.; SHACKEL-FORD, S.; WHEELER, T. 2000. Las bases biológicas de la terneza de la carne. *El Sitio de la Producción Bovina de Carne*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. pp. 1-3.
- KUEHL, R. 1994. Statistical principles of research design and analysis. University of Arizona. 2nd ed. Wadsworth publishing company. USA. 686 p.
- LAWRENCE, T.; KING, D.; OBUZ, E.; YANCEY, E.; DIKEMAN, M. 2001. Evaluation of electric belt grill, forced-air convection oven, and electric broiler cookery methods for beef tenderness research. *Meat Science* 58 (3): 239-246.

- MARSDEN, J.; PHEBUS, R.; THIPPAREDDI, H.; KASTNER, C.; GOSCH, J. 2000. *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* risk assessment for production and cooking of blade tenderized beef steaks (en línea). Department of Animal Sciences and Industry. Kansas State University, Manhattan, KS 66506. USA. p. 1-14. Consultado 17 may. 2004. Disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/01-013N/BeefSteaks>
- PIETRASIK, Z.; SHAND, P. 2004. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Science* 66: 871-879.
- RODRÍGUEZ, H. R. 1995. Higiene y sanidad de las carnes de consumo. Las carnes en la nutrición y salud humana. Jornada de Actualización en la Academia Nacional de Medicina, 26/7/1995. CICV-INTA, Argentina. p. 1-10.
- SAVELL, J. 2001. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation (en línea). Consultado 24 mar. 2001. Disponible: <http://savell-j.tamu.edu/shearstand.html>
- SECRETARÍA DE SALUD. 1995. Norma oficial mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. Diario oficial. DOF 22/9/1995. México. pp. 1-5.
- SEIDEMAN, S.; RUSSELL, H.; CROUSE, J. 1985. Use of mechanical tenderization to increase the tenderness of bull beef. Beef Research Progress Report N°3. Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center. USDA. University of Nebraska. pp. 50-51.
- SWATLAND, H. 1991. Estructura y Desarrollo de los Animales de Abasto. Editorial Acribia, S.A. España. pp. 1-443.
- VELAZCO, J. 1999. Los músculos: características, funcionalidad y su relación con el rendimiento de corte. *Revista Carnetec*: Noviembre/Diciembre. pp. 40, 42, 44.
- WHEELER, T.; SHACKELFORD, S.; KOOHMARAIE, M. 1998. Shear force procedures for meat tenderness measurement. Clay Center, Nebraska. USA. pp. 1-6.
- ZAMORANO, J. 1993. Carnes rojas. Calidad de la carne y de la res bovina. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 93: 22.

EFFECTO DEL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus* SOBRE EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS. CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2004.

Aracelly Vega ¹; Rosa E. Caballero ²; José R. García ²;
Noboru Mori ³; Pedro Guerra M. ⁴

RESUMEN

Se evaluó el mejoramiento de la calidad nutricional de la paja de arroz (*Oriza sativa*); pulpa de café (*Coffea arabica*) y hoja de banano (*Musa sapientis*) por efecto de *Pleurotus ostreatus*. Los indicadores de calidad en sustratos frescos y residuos fueron: proteína disponible, lignina, celulosa, hemicelulosa, relación celulosa/lignina, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y las diferentes fracciones fibrosas obtenidas por análisis enzimático. Los datos se analizaron mediante el modelo jerárquico con técnicas de muestreo aleatorio. Luego del ciclo de cultivo hubo cambios en los contenidos de lignina, celulosa, proteína disponible, contenido celular orgánico, pared celular orgánica, fracciones soluble e insoluble de la pared celular, DIVMS ($P<0.01$) y relación celulosa/lignina, ($P<0.05$). En la pulpa de café aumentó la proteína disponible ($P<0.05$), la DIVMS y el contenido celular orgánico ($P<0.01$); la lignina, celulosa, relación celulosa: lignina, pared celular orgánica y su fracción insoluble disminuyeron ($P<0.01$). La paja de arroz mostró disminución en el contenido de proteína disponible, pared celular orgánica y su fracción insoluble ($P<0.01$); y aumento en el contenido celular orgánico y fracción soluble ($P<0.01$). En la hoja de banano hubo disminución en la lignina, celulosa, proteína disponible ($P<0.05$) y hemicelulosa, pared celular orgánica y su fracción insoluble ($P<0.01$) y aumento en el contenido celular orgánico y fracción soluble ($P<0.01$). Se evidencia bioconversión por efecto del crecimiento del hongo. El mejoramiento de la calidad nutricional de la pulpa de café se observó en términos del grado de delignificación, aumento en la proteína disponible, contenido celular orgánico y la DIVMS.

PALABRAS CLAVES: *Pleurotus ostreatus*, paja de arroz, hoja de banano, pulpa de café, calidad nutricional.

¹ Licda. en Química, M.Sc. Docente Investigador, Laboratorio de Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), Panamá.

² Lic. en Química, Asistente de Investigación, Laboratorio de Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), Panamá.

³ Ing. Zoot. Voluntario Senior, Especialista en Bromatología, Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

⁴ Ing. Agr. Zoot., M.Sc. Mejoramiento Genético Animal, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC), Guafaca, Chiriquí, Panamá.

EFFECT OF *Pleurotus ostreatus* CULTIVATION ON THE NUTRITIONAL QUALITY IMPROVEMENT OF LIGNOCELLULOSIC SUBSTRATES. CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 2004.

Nutritional quality improvement on rice straw, coffee pulp, and banana leaves after *Pleurotus ostreatus* growth was evaluated. Quality indicators both in fresh substrates and residues were: available protein, lignin, cellulose, hemicellulose, cellulose/lignin ratio, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and fibrous fractions obtained after enzymatic fractionation. Data was analyzed by means of a hierarquic model and random sampling techniques. After mushroom growth changes in lignin, cellulose, available protein, organic cell contents, organic cell wall and its fractions, IVDMD ($P<0.01$) and cellulose/lignin ratio ($P<0.05$) were observed. Coffee pulp showed increase in the available protein ($P<0.05$), IVDMD and organic cell contents ($P<0.01$); also there was a decrease in lignin, cellulose, cellulose/lignin ratio, organic cell wall and its insoluble fraction ($P<0.01$). For rice straw there was a decrease in the available protein, as well as, in the organic cell wall and its insoluble fraction ($P<0.01$). Increase in the organic cell content and the soluble fraction ($P<0.01$) was observed on this substrate. For banana leaves there was a decrease en lignin, cellulose and available protein ($P<0.05$), as well as, in hemicellulose, organic cell wall and its insoluble fraction ($P<0.01$). The same substrate showed increase in the organic cell content and the soluble fraction ($P<0.01$). A bioconversion effect after mushroom growth was observed. Nutritional quality improvement for coffee pulp was observed in terms of the degree of delignification, increase in the available protein content, the organic cell contents and IVDMD.

KEYWORDS: *Pleurotus ostreatus*, rice straw, banana leaves, coffee pulp, nutritional quality.

INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles tienen la capacidad de secretar y producir un amplio espectro de enzimas que les permite colonizar y degradar los residuos lignocelulósicos. Dentro de este amplio espectro se encuentran: las exo- β -1,4-glucanasas (E.C.3.2.1.91), las endo- β -1,4-glucanasas (E.C.3.2.1.4), las β -1,4-glucosidasas (E.C.3.2.1.21), las peroxidases de lignina (E.C.1.11.1.14), las peroxidases dependientes de manganeso (E.C.1.11.1.13) y las *p*-difenil-oxígeno-reductasas (E.C.1.10.3.2) (Buswell y col., 1996; Rajarathnam y col., 1998).

El material lignocelulósico bio-transformado puede presentar un aumento en su contenido de proteína y una disminución en su contenido de fibra, por lo que se ha propuesto su aplicación potencial como suplemento en la alimentación de rumiantes (Leifa y col., 2000; Cohen y col., 2002). Existen diversos criterios para evaluar si el sustrato residual puede utilizarse como un suplemento en la alimentación de rumiantes. Estos criterios son: la disponibilidad de nutrientes, la digestibilidad y la palatabilidad del sustrato residual (Van Soest, 1982).

Para la evaluación de estos criterios se utiliza la misma metodología que

se aplica a los forrajes convencionales. Los indicadores de calidad que se pueden aplicar para la valoración de un suplemento son: materia seca, cenizas, proteína, lignina, celulosa y hemicelulosa (Van Soest, 1982).

La digestibilidad se evalúa mediante técnicas *in vitro*, las que pueden ser de dos tipos: ensayos sobre digestibilidad verdadera, exponiendo el material a ensayar, a la microflora ruminal o ensayos de digestibilidad aparente (Van Soest, 1982). Finalmente, la palatabilidad supone ensayos de consumo con el animal entero (Van Soest, 1982; Adamovic y col., 1998; Hanza y col., 2003).

El análisis de las fracciones lignina, celulosa y hemicelulosa, se aplica en estudios de bioconversión de sustratos para estudiar la habilidad lignocelulolítica de los hongos. La lignina es un indicador negativo de la calidad de la fibra en los materiales vegetales con uso en nutrición animal. La relación celulosa/lignina se ha utilizado en dichos estudios como un indicador del grado de delignificación por efecto de organismos lignocelulolíticos (Wang y col., 2001).

El fraccionamiento enzimático de la fibra es alternativo al método de Van Soest (1982). Este método permite el fraccionamiento de la muestra en contenido celular y pared celular. A su vez, estas fracciones se descomponen en

pared celular orgánica y contenido celular orgánico. La pared celular se fracciona en contenidos soluble e insoluble (JLTA, 2000).

Respecto al indicador proteína, cabe resaltar que la fracción proteica potencialmente aprovechable por el ganado es aquella representada por la fracción que no está covalentemente asociada con la lignina (Van Soest, 1982). Por ello, es pertinente decidir sobre el mejoramiento de las cualidades de un desecho en función de los cambios en la proteína disponible y no sobre la base de cambios en la proteína total.

En Panamá se produce gran cantidad de desechos agroindustriales como la paja de arroz, la pulpa de café y la hoja de banano. Estos desechos no se aprovechan debido a la falta de información (Vega y col., 2003; CGR, 2001). Su utilización para el cultivo de hongos comestibles es una actividad que permite generar un valor agregado a las actividades agroindustriales, ya que se produce alimento para el consumo humano. Si, además se comprueba que el desecho biotransformado posee características químicas apropiadas para su utilización como suplemento en la alimentación de rumiantes, se habrá aportado a la ganadería de la región una alternativa novedosa.

Por lo anterior, el grupo de investigación del Laboratorio de Recursos

Naturales de la UNACHI, se planteó el objetivo de realizar una primera evaluación del mejoramiento de la calidad nutricional de sustratos lignocelulósicos por efecto del cultivo de una cepa certificada de *Pleurotus ostreatus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo de Pleurotus ostreatus

Se utilizó la cepa *Pleurotus ostreatus* RN 8, la cual proviene del cepario del Laboratorio de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Chiriquí, en donde se mantiene a 23 ± 1 °C, en un medio de Papa Dextrosa Agar (PDA), con transferencia periódica. La elección de esta cepa se dio en función del conocimiento previo de la misma a nivel de producción (Vega y col., 2004).

Los sustratos utilizados fueron paja de arroz (*Oriza sativa*), pulpa de café (*Coffea arabica*) y hoja de banano (*Musa sapientis*), provenientes de diferentes cultivares de la provincia de Chiriquí, República de Panamá.

La preparación del inóculo y de los sustratos, las etapas de siembra, incubación y cosecha se realizaron de acuerdo a la metodología desarrollada por Guzmán y col. (1993) y Vega y col. (2004). Se aplicó el inóculo al 5% y se permitió el desarrollo de los cuerpos fructíferos en dos cosechas dentro de un período de 15 días.

Muestreo y análisis químico de los sustratos

El muestreo de los sustratos se realizó en dos tiempos: sobre el sustrato fresco y sobre el sustrato residual, entendiéndose por estado residual al remanente, luego del crecimiento de los hongos. Dicho muestreo se realizó mediante el método de cuarteo con el fin de garantizar la representatividad de las sub-muestras. Para ello, las muestras de sustrato con mayor longitud se cortaron con tijeras en pedazos de 3 cm. Las muestras cortadas se mezclaron y se esparcieron en un plástico hasta formar un cuadrado. Se dividió este cuadrado en cuatro cuadrantes de los cuales se seleccionaron dos cuadrantes diagonalmente opuestos y se descartaron los dos cuadrantes restantes. Similarmente, los segmentos seleccionados se mezclaron y se repitió el mismo proceso hasta obtener sub-muestras del tamaño deseado. Las sub-muestras se secaron al aire y después fueron molidas.

Las sub-muestras de cada sustrato, tanto en el estado fresco como en el estado residual, se analizaron en términos de los siguientes indicadores de calidad: lignina, nitrógeno ácido detergente, celulosa y hemicelulosa, de acuerdo a la metodología para fraccionamiento de fibra de Japan Livestock Technology Association (JLTA, 2000). La proteína dis-

ponible se calculó por diferencia entre la proteína cruda obtenida del análisis Kjeldahl (AOAC, 1976) y la fracción nitrógeno ácido detergente, utilizando el factor 6.25 y se expresa como fracción o porcentaje de la proteína cruda (Chacón y col., 2004). Finalmente, se obtuvo la relación celulosa/lignina para cada estado, en cada sustrato estudiado, a partir de las observaciones generadas para las variables lignina y celulosa.

Digestibilidad

Los ensayos de digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) se realizaron de acuerdo a la metodología descrita por Tilley y Terry (1963). El fraccionamiento enzimático de la fibra se realizó de acuerdo a la metodología de la Japan Livestock Technology Association (JLTA, 2000).

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un modelo jerárquico con técnicas de muestreo aleatorio (Searle, 1971). Las variables lignina, celulosa, hemicelulosa, relación celulosa/lignina (C/L), proteína disponible, contenido celular orgánico (CCO), pared celular orgánica (PCO), fracción de alta solubilidad (O_3) y fracción de baja solubilidad (O_1), así como la digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) se consideraron como variables de respuesta.

Cada variable se analizó con el modelo propuesto, tanto en el estado fresco como en el estado residual del sustrato. Posteriormente, el efecto del crecimiento del hongo sobre los parámetros o variables se estimó mediante la diferencia entre el estado fresco versus el estado residual (análisis diferencial) y, posteriormente, se procedió a analizarlas con el mismo modelo. Las diferencias entre las medias de los indicadores en los estados fresco y residual para cada sustrato se evaluaron a través de la prueba t (student) pareada. El modelo matemático propuesto fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_j(\tau_i) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = es la observación cuantificada de la variable dependiente de la k-ésima submuestra dentro de la j-ésima canasta o réplica perteneciente al i-ésimo sustrato
- μ = es la media general
- τ_i = es el efecto asociado al i-ésimo sustrato
- δ_j = es el efecto de la j-ésima canasta (réplica) dentro del i-ésimo sustrato. Este es el término de error para probar los estratos
- ε_{ijk} = es el error aleatorio asociado a la k-ésima submuestra obtenida de la j-ésima canasta perteneciente al i-ésimo sustrato. ε_{ijk} es NID $\sim \mu=0, \sigma^2$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra los cuadrados medios del análisis de varianza, de acuerdo al modelo jerárquico propuesto para las características químicas o indicadores de calidad de los sustratos frescos.

Tomando el efecto de la canasta asignada a cada sustrato como la fuente de error para probar la significancia entre sustratos, se observan diferencias reales en las variables de respuesta (características químicas o indicadores de calidad) para los sustratos frescos (Cuadro 1).

La variabilidad entre las canastas dentro de los sustratos resultó altamente significativa para la hemicelulosa ($P < 0.01$), pero con ningún efecto significativo en las demás características químicas ($P > 0.01$) en el estado fresco del sustrato. La variabilidad encontrada, a través de los coeficientes de variación (CV), indica que existió un buen control del error experimental, tomando en cuenta el tipo de muestreo y la naturaleza de las muestras. La elevada variabilidad de la relación celulosa/lignina es esperada para una relación matemática entre variables de respuesta.

CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS TIPO III PARA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS O INDICADORES DE CALIDAD DE LOS SUSTRATOS FRESCOS.

F de V	CM						
	gl	Lignina	Celulosa	Hemicelulosa	C/L	gl	Proteína disponible
Sustrato	2	298.74	275.41**	612.95**	35.82**	2	2071.84**
Canasta (sustrato)	6	2.40 ^{ns}	9.28 ^{ns}	61.80	1.34 ^{ns}	6	16.19 ^{ns}
Error	8	0.69	4.06	6.86	0.68	9	19.60
Total	16	-	-	-	-	17	-
CV, %		6.68	6.52	14.24	22.49		6.00

C/L= relación celulosa/lignina; ** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$); ns = no hubo diferencia significativa.

El Cuadro 2 muestra los cuadrados medios del análisis de varianza de acuerdo a modelo jerárquico propuesto para las características químicas o indicadores de calidad de los sustratos residuales. Se encontró variabilidad altamente significativa ($P < 0.01$) entre sustratos residuales

para lignina, celulosa y hemicelulosa y proteína disponible, pero ningún efecto significativo para la relación celulosa/lignina. La variabilidad entre canastas dentro de cada sustrato fue altamente significativa ($P < 0.01$) para celulosa y hemicelulosa; significativa ($P < 0.05$) para proteína disponible, pero con

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS TIPO III PARA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS O INDICADORES DE CALIDAD DE LOS SUSTRATOS RESIDUALES.

F de V	CM							
	gl	Lignina	C/L	gl	Celulosa	Hemicelulosa	gl	Proteína disponible
Sustrato	2	37.45**	0.15 ^{ns}	2	258.69	842.71	2	402.32
Canasta (sustrato)	6	2.92 ^{ns}	0.14 ^{ns}	6	88.79	145.19	6	5.90
Error	7	3.07	0.34	7	5.74	1.17	9	1.53
Total	14	-	-	15	-	-	17	-
CV, %		15.84	25.99		10.70	12.08		1.77

C/L= relación celulosa/lignina; ** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$); * = diferencia significativa ($P < 0.05$); ns = no hubo diferencia significativa.

ningún efecto significativo para lignina y la relación celulosa/lignina ($P > 0.05$). Los CV están dentro de los rangos permitidos, a excepción de la relación celulosa/lignina por las razones antes expuestas.

Después de un periodo de cultivo de 60 días (Cuadro 3), el efecto del crecimiento del hongo sobre los indicadores de calidad fue altamente significativo ($P < 0.01$) en las variables lignina, celulosa y proteína disponible; y significativo para la relación celulosa/lignina ($P < 0.05$). Además, existió una variabilidad altamente significativa ($P < 0.01$) entre las réplicas (canastas) para las variables hemicelulosa y celulosa, pero ninguna variabilidad ($P > 0.05$), para lignina, relación celulosa/lignina y proteína disponible. La diferencia entre el estado fresco y el residual elevó extremadamente la variabilidad (varianza del error) entre

las sub-muestras dentro de cada canasta reflejada a través de los CV.

Se encontró diferencias significativas entre los tres sustratos respecto al contenido de lignina, siendo la pulpa de café el sustrato que en estado fresco mostró el mayor contenido de la misma. Por otra parte, la pulpa de café y la paja de arroz presentaron un mayor contenido de celulosa que la hoja de banano ($P < 0.05$). Sin embargo, el contenido de hemicelulosa en la pulpa de café fue significativamente menor en comparación con la paja de arroz y la hoja de banano ($P < 0.05$). Se observó una mayor relación celulosa/lignina en la paja de arroz que en la pulpa de café y la hoja de banano. La paja de arroz fue el sustrato que en estado fresco mostró el mayor porcentaje de proteína disponible (Cuadro 4).

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS TIPO III PARA LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS VARIABLES DE CALIDAD ENTRE SUSTRATOS FRESCOS VERSUS SUSTRATOS RESIDUALES.

F de V	CM							
	gl	Lignina	C/L	gl	Celulosa	Hemicelulosa	gl	Proteína disponible
Sustrato	2	100.87**	11.50	2	247.14**	38.15 ^{ns}	2	665.20**
Canasta (Sustrato)	6	3.30 ^{ns}	0.54 ^{ns}	6	139.77**	260.20**	6	19.36 ^{ns}
Error	6	4.22	1.17	6	13.04	7.40	9	17.58
Total	13	-	-	14	-	-	17	-
CV, %		65.71	331.10		43.06	45.02		107.16

C/L= relación celulosa/lignina; ** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$); * = diferencia significativa ($P < 0.05$); ns = no hubo diferencia significativa.

CUADRO 4. MEDIAS AJUSTADAS Y ERROR ESTÁNDAR DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA POR SUSTRATO EN ESTADO FRESCO.

Sustrato	Lignina	Celulosa	Hemicelulosa	Relación C/L	Proteína disponible
Paja arroz	5.74±0.63 ^a	33.91±1.24 ^a	26.80±2.94 ^a	6.20±0.43 ^a	89.92±1.81 ^a
Pulpa café	20.97±0.73 ^b	36.41±1.43 ^a	5.05±3.39 ^b	1.75±0.55 ^b	53.49±1.81 ^b
Hoja banano	11.75±0.63 ^c	23.15±1.24 ^b	19.10±2.94 ^a	1.98±0.47 ^b	78.09±1.81 ^c

Lignina, celulosa, hemicelulosa y proteína disponible están dadas en porcentaje.

Medias en cada columna seguidas de la misma letra no difieren entre sí ($P > 0.05$).

A pesar de la existencia de distintas variedades de café, arroz y banano, se mantienen las tendencias en la variación de los indicadores de calidad. La pulpa de café es un sustrato de alto contenido de lignina y celulosa y relativamente bajo en hemicelulosa (Campabadal, 1987), lo cual concuerda con los resultados que aquí se presentan.

La literatura revisada al momento de realizar esta investigación, no muestra estudios correspondientes a

los contenidos de proteína disponible en desechos agroindustriales. Respecto a la hoja de banano, dicha literatura presenta datos sobre fibra cruda y no sobre fibra fraccionada (Muez y Pardo, 2001). Los resultados de esta investigación son similares a los obtenidos en otros trabajos (Zhang y col., 2002), en lo concerniente a los contenidos de lignina, celulosa y hemicelulosa en paja de arroz, tomando en cuenta las posibles diferencias en cuanto a la edad y a la variabilidad del material vegetal, entre otros factores.

Después de un período de 60 días de cultivo (Cuadro 5), el contenido de lignina en el residuo de la paja de arroz no presentó diferencias significativas respecto al mismo contenido en la hoja de banano ($P>0.05$). Sin embargo, el contenido de lignina en la pulpa de café fue superior a la hoja de banano y paja de arroz en 52.59 y 42.24%, respectivamente ($P<0.05$).

El contenido de celulosa en los residuos fue similar en todos los sustratos ($P>0.05$), mientras que el contenido de hemicelulosa fue mayor en la paja de arroz que en la pulpa de café. La relación celulosa/lignina fue también similar en los tres residuos ($P>0.05$). La proteína disponible fue mayor en el residuo de paja de arroz ($P<0.05$).

Estos resultados muestran tendencias similares a los obtenidos en otros estudios en paja de arroz y cepas de *Pleurotus ostreatus* (Zhang y col., 2002), tomando en cuenta las variaciones metodológicas respecto al ciclo de cultivo, así como aquellas variaciones mencionadas anteriormente. Se excluye de esta comparación al indicador proteína disponible, pues en

la literatura revisada no se reportan variaciones en el contenido de proteína disponible por efecto del crecimiento de hongos comestibles sobre sustratos lignocelulósicos.

Después del período de cultivo se observó un aumento en el contenido de proteína disponible en la pulpa de café, mientras que se observó disminución en la hoja de banano y en la paja de arroz (Cuadro 6). Como se ha mencionado anteriormente, no existe en la literatura revisada, al momento de realizar esta investigación, reportes sobre los cambios en los contenidos de proteína disponible en un sustrato por efecto del cultivo de hongos comestibles que permita confrontar estos datos con la literatura.

La disminución en el contenido de proteína disponible puede originarse en el pre-tratamiento del sustrato. Puede darse el caso de que se produzcan cambios en las asociaciones covalentes entre el nitrógeno y la lignina, producto del tratamiento térmico de pasteurización. Estas asociaciones covalentes pueden, a su vez, disminuir la "porción" de proteína disponible. Un posible modelo para esta suposición es el siguiente:



CUADRO 5. MEDIAS AJUSTADAS Y ERROR ESTÁNDAR DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA POR SUSTRATO RESIDUAL.

Sustrato	Lignina	Celulosa	Hemicelulosa	Relación C/L	Proteína disponible
Paja arroz	9.73±1.04 ^a	18.86±3.85 ^a	24.14±6.35 ^a	2.51±0.23 ^a	76.09±0.50 ^a
Pulpa café	13.84±0.70 ^b	29.11±3.85 ^a	2.60±4.92 ^b	2.11±0.15 ^b	60.63±0.50 ^b
Hoja banano	9.07±0.70 ^a	15.44±4.97 ^b	11.96±4.92 ^b	2.24±0.15 ^a	73.04±0.50 ^c

Lignina, celulosa, hemicelulosa y proteína disponible están dadas en porcentaje.
Medias en cada columna seguidas de la misma letra no difieren entre sí ($P>0.05$).

CUADRO 6. MEDIAS AJUSTADAS Y ERROR ESTÁNDAR DEL DIFERENCIAL ENTRE EL ESTADO FRESCO DEL SUSTRATO Y EL RESIDUO RESPECTO A LAS VARIABLES DE RESPUESTA POR SUSTRATO.

Sustrato	Lignina	Celulosa	Hemicelulosa	Relación C/L	Proteína disponible
Paja arroz	-3.58±1.11 ^a	18.84±6.23 ^a	1.93±8.50 ^a	2.98±0.45 ^a	13.83±1.71 ^a
Pulpa café	7.16±0.86 ^b	7.31±5.57 ^a	7.43±7.60 ^b	-0.37±0.35 ^b	-7.14±1.71 ^b
Hoja banano	2.68±0.74 ^c	4.29±4.82 ^a	7.13±6.58 ^b	-0.26±0.30 ^b	5.05±1.71 ^c

Lignina, celulosa, hemicelulosa y proteína disponible están dadas en porcentaje.
Medias en cada columna seguidas de la misma letra no difieren entre sí ($P>0.05$).

Si el tratamiento térmico promueve la formación de productos de Maillard (Van Soest, 1982) y otras asociaciones covalentes y la eficiencia en el uso de la lignina por parte de la cepa no es alta, la porción de proteína disponible inherente al sustrato puede disminuir. Por último, la contribución del micelio en el residuo es relativa.

Uno de los factores que puede incidir es el tiempo de cosecha, ya que el porcentaje de degradación puede variar de acuerdo al mismo. De acuerdo a lo anterior, se recomienda estudios más profundos respecto a la influencia del pre-tratamiento o de otros

factores sobre los contenidos de proteína disponible en los sustratos utilizados para el cultivo de hongos comestibles.

Se observó aumento en el contenido de lignina en la paja de arroz (Cuadro 6) luego del proceso de cultivo, el cual fue significativo ($P<0.05$) respecto a los diferenciales para los otros dos sustratos, produciéndose en éstos disminución en este contenido. La mayor de estas disminuciones se obtuvo en la pulpa de café (34%). Hanza y col. (2003) encontraron que diferentes cepas de *Pleurotus*, entre ellas *Pleurotus ostreatus*, no mostraron

disminuciones evidentes en los contenidos de lignina, pero si en los contenidos de celulosa y hemicelulosa al utilizar tuza de maíz como sustrato.

La disminución en el contenido de lignina en pulpa de café y hoja de banano (Cuadro 6) inciden positivamente en la calidad de este residuo desde la perspectiva de su posible aprovechamiento como suplemento en la alimentación de rumiantes. Por otra parte, todos los sustratos presentaron disminución en el contenido de celulosa y hemicelulosa ($P>0.05$).

Se observó aumento en la relación celulosa/lignina para la pulpa de café y la hoja de banano, mientras que para la paja de arroz, esta relación presentó una disminución significativa respecto a los otros dos sustratos ($P<0.05$). La relación celulosa/lignina se pueden tomar como indicador del grado de delignificación.

Los resultados obtenidos muestran que, producto del crecimiento del hongo, la pulpa de café y la hoja de banano presentaron mayores grados de delignificación que la paja de arroz (Cuadro 6). Sin embargo, las diferencias para la hemicelulosa no presentaron significancia ($P>0.05$) entre sustratos.

Los rumiantes están adaptados a fuentes de alimento ricas en fibra, pero ésta debe ser de calidad. Dicha calidad

se juzga, entre otros parámetros, por el grado de delignificación, pues la lignina, limita la disponibilidad de la celulosa, hemicelulosa y nitrógeno de la pared celular. En función de lo anterior, los resultados muestran un mejoramiento de la calidad de la pulpa de café en términos de la calidad de fibra y grado de delignificación.

El Cuadro 7 muestra la Prueba de *t* pareadas para las medias aritméticas (error estándar) del diferencial del sustrato fresco versus el sustrato residual en las variables de respuesta.

En la paja de arroz no se produjeron cambios significativos por efecto del cultivo del hongo en los contenidos de lignina, celulosa, hemicelulosa, ni en la relación celulosa/lignina ($P>0.05$). Se observó, sin embargo, una disminución altamente significativa en el contenido de proteína disponible. En la pulpa de café, se observó una disminución altamente significativa en el contenido de lignina y celulosa ($P<0.01$), mientras que el contenido de hemicelulosa no mostró cambios significativos ($P>0.05$). La relación celulosa/lignina presentó un aumento altamente significativo ($P<0.01$) y la proteína disponible presentó un aumento significativo ($P<0.05$). La hoja de banano presentó una disminución significativa en los contenidos de lignina, celulosa y proteína disponible ($P<0.05$), una disminución altamente significativa en el contenido de hemicelulosa, mientras que la relación celulosa/lignina no mostró cambios significativos.

CUADRO 7. PRUEBA DE T PAREADA PARA MEDIAS ARITMÉTICAS (ERROR ESTÁNDAR) DEL DIFERENCIAL DEL SUSTRATO FRESCO VERSUS EL SUSTRATO RESIDUAL EN LAS VARIABLES DE RESPUESTA.

Diferencia	Sustratos		
	Paja de arroz	Pulpa de café	Hoja de banano
dL, %	-2.987 ± 1.574 ^{ns}	7.332 ± 0.407 ^{**}	2.678 ± 0.888
dC, %	16.030 ± 8.299 ^{ns}	7.186 ± 0.741	4.292 ± 1.627
dH, %	5.430 ± 10.382 ^{ns}	5.226 ± 3.344 ^{ns}	7.133 ± 1.717
DC/L	2.680 ± 1.073 ^{ns}	0.376 ± 0.052 ^{**}	-0.263 ± 0.305 ^{ns}
dPD, %	13.83 ± 1.86 ^{**}	-7.14 ± 5.85	5.05 ± 4.14

dL=diferencial para lignina; dC= diferencial para celulosa; dH= diferencial para hemicelulosa; dC/L= diferencial para la relación celulosa:lignina; dPD= diferencial para proteína disponible. ns = no hubo diferencia significativa; * = diferencia significativa (P<0.05); ** = diferencia altamente significativa (P<0.01).

El Cuadro 8 muestra los cuadrados medios tipo III para el análisis enzimático de la fibra y digestibilidad de los sustratos frescos. Tomando el efecto de la canasta asignada a cada sustrato como fuente de error, para probar la significancia entre sustratos, se observa diferencias reales para PCO, O_B y DIVMS a P<0.01 y para CCO a P<0.05 (Cuadro 8). Por otra parte, no se encontró variabilidad signifi-

ca en O_A (P>0.05). El efecto de la canasta no resultó significativo en ninguno de los analitos (P>0.05). La variabilidad encontrada a través del CV, indica un buen control del error experimental y sus valores están dentro de los parámetros recomendados, excepto para O_A. Esto es de esperarse, ya que la fracción de alta solubilidad se obtiene mediante una diferencia entre PCO y O_B.

CUADRO 8. CUADRADOS MEDIOS TIPO III PARA ANÁLISIS ENZIMÁTICO DE LA FIBRA Y DIGESTIBILIDAD DE LOS SUSTRATOS FRESCOS.

F de V	CM					
	gl	CCO	PCO	O _A	O _B	DIVMS
Sustrato	2	116.94	282.47 ^{**}	8.50 ^{ns}	316.69 ^{**}	457.14 ^{**}
Canasta (Sustrato)	6	2.90 ^{ns}	6.04 ^{ns}	11.27 ^{ns}	6.22 ^{ns}	39.17 ^{ns}
Error	9	16.94	6.89	6.20	2.43	16.68
Total	17	-	-	-	-	-
CV, %		18.87	3.81	263.19	2.29	12.91

CCO= contenido celular orgánico; PCO= pared celular orgánica; O_A= fibra de alta solubilidad; O_B= fibra de baja solubilidad; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de materia seca. ns = no hubo diferencia significativa; * = diferencia significativa (P<0.05); ** = diferencia altamente significativa (P<0.01).

Considerando el efecto de la canasta asignada a cada sustrato como la fuente de error, para probar la significancia entre sustratos, se observa diferencias reales para CCO, PCO, O_A y O_B , a $P < 0.01$, mientras que para DIVMS no se encontró diferencias sig-

nificativas entre sustratos (Cuadro 9). El efecto de la canasta asignada para O_B resultó altamente significativo ($P < 0.01$) y significativo para PCO ($P < 0.05$). Los CV estuvieron dentro de los límites permitidos excepto para O_A

CUADRO 9. CUADRADOS MEDIOS TIPO III PARA EL ANÁLISIS ENZIMÁTICO DE LA FIBRA Y DIGESTIBILIDAD DE LOS SUSTRATOS RESIDUALES.

F de V	CM					
	gl	CCO	PCO	O_A	O_B	DIVMS
Sustrato	2	412.32**	51.27**	164.73**	215.75**	54.75 ^{ns}
Canasta (Sustrato)	6	22.25 ^{ns}	14.51	4.17 ^{ns}	6.32	13.76 ^{ns}
Error	9	49.42	3.20	3.61	0.22	13.26
Total	17	-	-	-	-	-
CV, %		15.87	3.35	27.88	1.02	10.20

CCO= contenido celular orgánico; PCO= pared celular orgánica; O_A = fibra de alta solubilidad; O_B = fibra de baja solubilidad; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de materia seca, ns = no hubo diferencia significativa; * = diferencia significativa ($P < 0.05$); ** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

El efecto del cultivo de hongo fue aceptado como altamente significativo para todas las variables de respuesta ($P < 0.01$). Existió una variabilidad significativa ($P < 0.05$) entre las réplicas (canastas) para las variables O_A y O_B pero ninguna variabilidad para los demás indicadores (Cuadro 10). Las diferencias entre el estado fresco y el residuo elevaron extremadamente la variabilidad registrada a través de los CV excepto para O_B .

El Cuadro 11 muestra las medias ajustadas y el error estándar para el análisis enzimático de la fibra y digestibilidad *in vitro* por sustrato en estado fresco.

La pulpa de café es un sustrato conocido por su alto contenido de azúcares libres y nitrógeno, por lo cual es de esperar un alto contenido celular orgánico (Campabadal, 1987). La pulpa de café superó en 24.6% a la paja de arroz y en 49.9% a la hoja de banano en el contenido celular orgánico ($P < 0.05$).

La hoja de banano presentó un mayor contenido de pared celular orgánica, un menor contenido de fracción soluble y mayor contenido de fracción insoluble. Sin embargo, los análisis de DIVMS muestran un porcentaje de digestibilidad del 40% superior al de la pulpa de café.

CUADRO 10. CUADRADOS MEDIOS TIPO III PARA LAS DIFERENCIAS ENTRE SUSTRATOS FRESCOS Y RESIDUALES RESPECTO A LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS ENZIMÁTICO DE LA FIBRA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro*.

F de V	CM					
	gl	CCO	PCO	O _A	O _B	DIVMS
Sustrato	2	635.93**	128.50**	121.97**	471.37**	724.00**
Canasta (Sustrato)	6	15.91 ^{ns}	9.12 ^{ns}	19.52*	10.86	33.58 ^{ns}
Error	9	32.31	7.85	3.79	2.93	33.73
Total	17	-	-	-	-	-
CV, %		-25.28	19.11	-33.17	8.02	-142.65

CCO= contenido celular orgánico; PCO= pared celular orgánica; O_A=fibra de alta solubilidad; O_B= fibra de baja solubilidad; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de materia seca; ns = no hubo diferencia significativa; * = diferencia significativa (P<0.05); ** = diferencia altamente significativa (P<0.01).

CUADRO 11. MEDIAS AJUSTADAS Y EL ERROR ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS ENZIMÁTICO DE LA FIBRA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* POR SUSTRATO EN ESTADO FRESCO (en porcentaje).

Sustrato	CCO	PCO	O _A	O _B	DIVMS
Paja arroz	35.32±1.92 ^a	51.34±1.55 ^a	11.51±0.83 ^a	39.82±1.03 ^a	32.25±1.51 ^a
Pulpa café	45.88±1.92 ^b	52.26±1.55 ^{ab}	1.17±0.83 ^b	51.09±1.03 ^b	37.88±1.51 ^b
Hoja de banano	51.66±1.92 ^b	56.80±1.55 ^b	7.78±0.83 ^c	49.02±1.03 ^b	36.96±1.51 ^{ab}

Medias de columnas seguidas de la misma letra no difieren entre sí (P>0.05).

De acuerdo al Cuadro 12, la hoja de banano residual presentó el mayor contenido celular orgánico. El menor contenido celular orgánico se dio en la paja de arroz residual, sin embargo, la fracción soluble O_A resultó ser mayor con respecto a los otros dos sustratos residuales (P<0.05).

Después de 60 días de cultivo (Cuadro 13) se obtuvo un aumento en

el contenido celular orgánico para todos los sustratos, siendo mayor este contenido en la hoja de banano que en la paja de arroz y la pulpa de café (P<0.05). Por otra parte, todos los sustratos presentaron una disminución en el contenido de pared celular orgánica, siendo menor esta disminución para la pulpa de café. Sin embargo, el aumento en la fracción soluble de la pared celular orgánica fue mayor para

la paja de arroz y la hoja de banano. Así mismo, la porción insoluble de la pared celular orgánica experimentó disminución en todos los sustratos, siendo

menor la disminución para la pulpa de café. Este sustrato mostró aumento en la DIVMS el cual mostró diferencia significativa respecto al cambio en el mismo parámetro para los otros sustratos.

CUADRO 12. MEDIAS AJUSTADAS Y EL ERROR ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS ENZIMÁTICO DE LA FIBRA Y DIVMS POR SUSTRATO EN ESTADO RESIDUAL (en porcentaje).

Sustrato	CCO	PCO	O _A	O _B	DIVMS
Paja arroz	-14.08±1.63 ^a	16.55±1.23 ^a	-9.21±1.80 ^a	25.76±1.34 ^a	4.92±2.36 ^a
Pulpa café	-19.41±1.63 ^a	10.39±1.23 ^b	-0.74±1.80 ^b	11.14±1.34 ^b	-16.31±2.36 ^b
Hoja banano	-33.96±1.63 ^b	19.46±1.23 ^a	-7.67±1.80 ^a	27.13±1.34 ^a	-0.81±2.36 ^{ac}

Medias de columnas seguidas de la misma letra no difieren entre sí (P>0.05).

CUADRO 13. MEDIAS AJUSTADAS Y ERROR ESTÁNDAR DEL DIFERENCIAL ENTRE EL ESTADO FRESCO Y EL RESIDUO DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA (ANÁLISIS ENZIMÁTICO DE LA FIBRA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE MATERIA SECA) POR SUSTRATO (en porcentaje).

Sustrato	CCO	PCO	O _A	O _B	DIVMS
Paja arroz	-14.08±1.63 ^a	16.55±1.23 ^a	-9.21±1.80 ^a	25.76±1.34 ^a	4.92±2.36 ^a
Pulpa café	-19.41±1.63 ^a	10.39±1.23 ^b	-0.74±1.80 ^b	11.14±1.34 ^b	-16.31±2.36 ^b
Hoja banano	-33.96±1.63 ^b	19.46±1.23 ^a	-7.67±1.80 ^a	27.13±1.34 ^a	-0.81±2.36 ^{ac}

Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí (P>0.05).

En la paja de arroz (Cuadro 14) se presentaron aumentos altamente significativos en el contenido celular y en la fracción soluble y disminuciones altamente significativas (P<0.01) en la pared celular orgánica y fracción de baja solubilidad. La digestibilidad *in vitro* no mostró cambios por efecto del crecimiento del hongo.

La pulpa de café presentó aumentos altamente significativos (P<0.01) en el contenido celular orgánico y en la digestibilidad *in vitro* (Cuadro 14); no se produjeron cambios en la fracción soluble. Por otra parte, la pulpa presentó disminución altamente significativa en la pared celular orgánica y la fracción insoluble.

CUADRO 14. MEDIAS ARITMÉTICAS Y ERROR ESTÁNDAR DE LA PRUEBA DE T PARA EL DIFERENCIAL DENTRO SUSTRATO ENTRE EL ESTADO FRESCO VERSUS ESTADO RESIDUAL POR INDICADOR DE CALIDAD.

Diferencia en %	Sustratos		
	Paja de arroz	Pulpa de café	Hoja de banano
dCCO	-14.08 ± 2.14**	-19.41 ± 0.98**	-33.96 ± 2.70**
dPCO	16.03 ± 1.25**	10.39 ± 0.73**	19.45 ± 1.44**
dO _s	- 9.20 ± 1.04**	- 0.74 ± 1.32 ^{ns}	- 7.67 ± 1.48**
dO _i	25.76 ± 0.62**	11.14 ± 1.14**	27.13 ± 1.16**
dDIVMS	4.92 ± 2.53 ^{ns}	-16.31 ± 1.022**	- 0.81 ± 3.07 ^{ns}

dCCO = diferencial para contenido celular orgánico; dPCO = diferencial para pared celular orgánico; dO_s = diferencial para fracción soluble; dO_i = diferencial para fracción insoluble; dDIVMS = diferencial para digestibilidad *in vitro* de la materia seca; ns = no hubo diferencia significativa; * = Diferencia significativa (P<0.05); ** = Diferencia altamente significativa (P<0.01).

De la misma forma, la hoja de banano presentó aumentos altamente significativos en su contenido celular orgánico y la fracción soluble de la pared celular orgánica. Por su parte, la digestibilidad *in vitro* de materia seca no presentó cambios significativos. La pared celular orgánica y la fracción insoluble presentaron disminución significativa.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la metodología aplicada y los resultados del presente estudio se concluye lo siguiente:

- ♦ El proceso de bioconversión sobre los sustratos producto del cultivo del hongo fue observado en todos los sustratos en función de cambios observados en diferentes variables de respuesta.

- ♦ Este proceso es considerado positivo por su efecto sobre la calidad de los sustratos en función de la disminución del contenido de lignina, excepto para la paja de arroz. Para la pulpa de café se observó el efecto de delignificación en términos de los cambios en la relación celulosa/lignina.
- ♦ El proceso mejoró también la calidad de la pulpa de café en términos del aumento de la proteína disponible.
- ♦ De acuerdo a los resultados del análisis enzimático de la fibra, el efecto del proceso del cultivo del hongo incidió positivamente sobre la calidad de los sustratos.
- ♦ El proceso mejoró también la calidad de la pulpa de café en términos de la digestibilidad *in vitro* de materia seca.

RECOMENDACIONES

- Evaluar los efectos de la temperatura de pasteurización sobre la calidad del sustrato.
- Elaborar diseños experimentales que permitan correlacionar las metodologías disponibles para la estimación de la digestibilidad, así como los rendimientos en la producción de hongos respecto al grado de bioconversión de los sustratos utilizados.
- Es necesario considerar otras cepas, otros materiales lignocelulósicos, el tamaño de partícula del sustrato, y el uso de diferentes partes del mismo material vegetal (tallos, hojas), así como la edad de los desechos lignocelulósicos.
- Utilizar los valores de proteína disponible y no de proteína cruda cuando se valora el mejoramiento de la calidad nutricional de un sustrato, por efecto del cultivo de hongos comestibles.
- La valoración de la calidad nutricional debe complementarse con la determinación de sustancias antifisiológicas presentes en los sustratos.

Agradecimiento

El presente trabajo fue posible gracias a la colaboración de: Fundación Natura; Fideicomiso Ecológico de Panamá y Programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) a través del sub programa IV: Biomasa como fuente de productos químicos y energía.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMOVI'Ć, M.; BRUBI'Ć, G.; MILENKOVI'Ć, I.; JOVANOVI'Ć, R.; PROTI'Ć, R.; SRETENOVI'Ć, L.; SOTI'ĆEVI'Ć, L.J. 1998. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. *Animal Feed Science and Technology* 71: 357-362.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1976. *Official Methods of Analysis*. 12th ed. Washington D.C., USA.
- BUSWELL, J.A.; CLA, Y.J.; CHANG, S.T.; PEBERDY, J.F.; FU, S.Y.; YU, H.S. 1996. Lignocellulolytic enzyme profiles of edible mushroom fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 12: 537-542.

- CAMPABADAL, C. 1987. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de animales. Universidad de Costa Rica. Memorias del 3er Simposio Internacional sobre la utilización racional de los sub-productos del café. Guatemala. pp. 37-44.
- CHACÓN, O.; MORI, N.; BARROSO, U.; DELGADO, A.; DE GRACIA, M.; GUERRA, P.; CABALLERO, I.; GONZÁLEZ, R. 2004. Composición bromatológica y digestibilidad de los principales pastos de Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Panamá. p. 52.
- COHEN, R., PERSKY, L.; HADAR, Y. 2002. Biotechnological applications of potential wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 58 (5): 582-594.
- CRG (Contraloría General de la República). 2001. Panamá en cifras. Dirección de Estadística y Censo. Panamá, Panamá.
- GUZMÁN, G.; MATA, G.; SALMONES, D.; SOTO-VELASCO, C.; GUZMÁN-DÁVALOS, L. 1993. El cultivo de hongos comestibles con especial atención a especies tropicales en esquilmos y residuos agroindustriales. IPN. México. pp. 75-91.
- HANZA, A.S.; MOHAMMADY, T.F.; MAJCHEACZYK, A. 2003. Evaluation of five oyster mushrooms species grown on corn stalks to be used as animal feed. *Proceedings of the International Symposium on the horizons of using organic matter substrates in horticulture* (608): 141-148.
- JLTA (Japan Livestock Technology Association). 2000. Technical Manual for Feed Analysis. Japan. pp.10-14.
- LEIFA, F.; PANDEY, A.; ZOCLO, C.R. 2000. Solid state cultivation-an efficient method to use agro-industrial residues. *Journal of Basic Microbiology* 40 (3): 187-197.
- MUEZ, M.A.; Pardo, J. 2001. La preparación del sustrato. *En La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Sánchez, J.E. y Royse, D. (eds). Limusa, S.A. México, D.F.
- RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKHA, M.; BANO, Z. 1998. Biodegradative and biosynthetic capacities of Mushrooms: Present and Future Strategies. *Critical Reviews in Biotechnology* 18 (2/3): 91-236.
- SEARLE, S.R. 1971. Linear models. eds. John Wiley and Sons. New York, USA.

- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society* 18: 104-111.
- VAN SOEST, P. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books Inc. USA. pp. 81-84, 107-109.
- VEGA, A.; CABALLERO, R. E., GUERRA, P. 2003. Caracterización química de desechos agroindustriales y efecto de la pasteurización para su utilización como sustratos en el cultivo de hongos comestibles. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (14): 1-14.
- VEGA, A.; CABALLERO, R. E.; GARCÍA, J.R.; GUERRA, P. 2004. Utilización de materiales lignocelulósicos como sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (17): 17-30.
- WANG, D.; SAKODA, A.; SUZUKI, M. 2001. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology* 78: 293-300.
- ZHANG, R.; LI, X.; FADEL, J.G. 2002. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. *Bioresource Technology* 82: 277-284.

EVALUACIÓN DE DOS PERÍODOS DE PASTOREO DIARIOS EN UN SISTEMA DE SEMICONFINAMIENTO PARA EL ENGORDE DE TORETES. LOS SANTOS, PANAMÁ.

Manuel Humberto Ruiloba ¹

RESUMEN

Se evaluó la respuesta de toretes a dos periodos de pastoreo en un sistema de semiconfinamiento para engorde durante el periodo de lluvia. Con un diseño experimental Completamente al Azar, se estudió un periodo de pastoreo diurno (6:00-10:00 am) (TPD) y uno nocturno (6:00 pm-6:00 am) (TPN), 4 y 12 horas de acceso a pastoreo, respectivamente. El sistema de semiconfinamiento consistió en pastoreo restringido en parcelas de *Brachiaria decumbens* y *Digitaria decumbens* mezclada con *Bothriocloa pertusa* y encorralamiento durante el día con acceso a un suplemento. Las gramíneas se pastorearon en base a un sistema alterno (18/18 días), carga animal inicial de 3.6 UA/ha y fertilización N (20 kg/ha). Se utilizaron 12 toretes Cebú con peso vivo inicial promedio de 363 kg/animal, implantados con zaranol en dosis única al inicio del trabajo. El suplemento alimenticio contenía melaza, urea y harina de pescado, en cantidades máximas de 1.80, 0.015 y 0.130 kg, base fresca/100 kg de peso vivo/día, respectivamente; además, una mezcla de sal mineral (0.040 kg/animal-día). Tanto en la fase de adaptación (20 días) como de evaluación (92 días), el consumo de suplemento fue 40.2 y 32.0% menor con TPN, respectivamente, lo que se relacionó con un mayor consumo de forraje, producto de un mayor tiempo de permanencia en el potrero. En ambos tratamientos la disponibilidad de forraje en oferta (DF) disminuyó a través del periodo de evaluación, pero la carga animal (CA) y presión de pastoreo (PPA) aumentaron, con valores promedio de 2119.0 (\pm 548.0) y 1525.0 (\pm 391.0) kg MS/ha, 4.32 (\pm 0.34) y 4.13 (\pm 0.36) UA/ha y 3.65 (\pm 1.19) y 2.95 (\pm 1.95) kg MS/100 kg de peso vivo/día para TPD y TPN, respectivamente. Estimaciones de consumo indican que los cambios obtenidos en DF, CA y PPA produjeron una disminución en el consumo de pasto y aumentó en el consumo de suplemento al transcurrir el tiempo o periodo experimental (PE), principalmente con TPN. De acuerdo a las estimaciones realizadas, el consumo de la materia seca (MS) total de ambos tratamientos fue de 2.5-2.6 kg/100 kg de peso vivo/día, representando el consumo de pasto entre 55-60 y 38-42% del consumo total de MS para TPN y TPD, respectivamente. La *B. decumbens* mantuvo un nivel de proteína cruda entre 6.08 y 8.32% y la mezcla *D. decumbens/B. pertusa* entre 10.18 y 11.59%. En la fase de evaluación la ganancia de peso vivo (GPV) no resultó diferente entre tratamientos ($P>0.34$), con un promedio de 1.048 (\pm 0.203) y 1.081 (\pm 0.137) kg/animal-día para TPN y TPD, respectivamente. El rendimiento de la canal caliente tampoco resultó diferente entre tratamientos ($P>0.36$), con un promedio de 56.2%. El análisis económico indicó un menor gasto en suplemento con TPN, 31.1% menos con respecto a TPD. Se concluyó que el pastoreo nocturno permitió una mejor respuesta en términos de un menor consumo de suplemento, menor costo de alimentación y mayor rentabilidad.

¹ Ph.D., Nutrición Animal. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). Estación Experimental Agropecuaria Ing. Carlos Ortega. Gualaca, Chiriquí, Panamá. e-mail:hruilobaidiap.gob.pa

PALABRAS CLAVES: Periodo de pastoreo, pastoreo diurno, pastoreo nocturno, engorde de toretes, semiconfinamiento.

**EFFECT OF TWO GRAZING PERIODS ON THE PERFORMANCE OF BULLS
USING A SEMICONFINED PRODUCTION SYSTEM.
LOS SANTOS, PANAMÁ.**

The effect of two grazing periods on the performance of bulls was evaluated using a semiconfined production system during the raining season. A complete randomized experimental design was used, with two treatments: diurnal (6:00-10:00 am) (TPD) and nocturnal grazing period (6:00 pm-6:00 am) (TPN), 4 and 12 hours in the pasture, respectively. The semiconfined production system consisted a limited grazing in *Brachiaria decumbens* and *Digitaria decumbens/Bothriocloa pertusa* mixture and confined in a cattle yard during the rest of the day with access to a supplement. Pastures were management using an 18/18 day grazing system, with an initial stocking rate of 3.5 AU/ha and N fertilization (20 kg/ha). Twelve Zebu bulls were used per treatment, with an initial body weight of 363 kg/animal. They were implanted with zeranol only at the beginning of the trial. The supplement was composed by molasses, urea and fish meal, offered to the animals in a maximum amount of 1.80, 0.015 and 0.130 kg, as fed/100 kg of body weight/day, respectively, plus a mineral supplement (0.040 kg/animal/day). In the adaptation (20 days) an evaluation phase (92 days) the supplement intake was 40.2 and 32.0% lower with TPN than with TPD, respectively. It was related to a higher forage intake as a result of a longer time in pasture. In both treatments, pasture dry matter yield (DMY) decreased as the experimental periods advanced but the stocking rate (SR) and grazing pressure (GP) increased. They presented the following average values: 2119.0 (\pm 548.0) and 1525.0 (\pm 391.0) kg MS/ha, 4.32 (\pm 0.34) and 4.13 (\pm 0.36) UA/ha, and 3.65 (\pm 1.19) y 2.95 (\pm 1.95) kg MS/100 kg of body weight/day to TPD and TPN, respectively. According to intake estimations, these changes in DMY, SR and GP produced a decrease in the forage intake and an increase in the supplement intake, mainly with TPN. The total DM intake (DMI) of both treatments were estimated between 2.5 and 2.6 kg/100 kg of body weight/day. The consumption of forage was estimated in 55-60 and 38-42% of DMI for TPD and TPN, respectively. The crude protein level of *B. decumbens* and *D. decumbens/B. pertusa* ranged from 6.08 to 8.32; and 10.18 to 11.59%, respectively. Average daily gain was not different between treatments ($P>0.34$) neither dressing percentage ($P>0.36$), with average values of 1.065 kg/animal-day and 56.2%, respectively. TPN presented a lower feed cost than TPD, 31.1%. It concluded that the nocturnal grazing gave a better response than the diurnal grazing since produced a lower supplement intake and feed cost and a higher economical profit than the diurnal grazing.

KEY WORDS: Grazing period, diurnal grazing, nocturnal grazing, fattening cattle, semiconfined.

INTRODUCCIÓN

En Panamá se han realizado esfuerzos para el uso de la tecnología de confinamiento para el engorde intensivo de ganado (Ruiloba y Ruiz, 1978; Ruiloba y col., 1978; Ruiloba y col., 1979; Ruiloba, 1993; Rivera, 2000), aunque los aspectos de manejo de la misma, costos de alimentación y rentabilidad se presentan como limitantes (Villalobos y col., 2004).

Para reducir costos y simplificar el manejo alimenticio se ha introducido la modalidad de semiconfinamiento. Esta se basa en el pastoreo restringido de una gramínea y el suministro de un suplemento energético-proteico a nivel de corral (Ruiloba y Maure, 2000), de tal forma que la gramínea aporta entre el 30-50% del consumo de materia seca, dependiendo de la disponibilidad de forraje y época del año.

Una de las ventajas del manejo en confinamiento es que reduce el gasto energético en movilización del animal, lo que le permite disponer de mayor cantidad de energía para producción. En cambio, el pastoreo implica mayor movilización del animal en el potrero y exposición a factores ambientales y de manejo que incrementan el gasto energético. Se ha estimado que el gasto en mantenimiento de un animal en pastoreo se incrementa en 15-20% (Blaxter, 1964; CSIRO, 1990), pero este puede

llegar a 50% en pastoreo extensivo (CSIRO, 1990).

En pastoreo, la respuesta animal está influenciada por diversos aspectos (Arabe y Albright, 1981), entre estos la pastura, topografía del potrero, manejo del animal y condiciones ambientales (NRC, 1996), los que afectan el consumo y gasto energético del animal. La actividad de pastoreo es afectada por el viento, lluvia, calor (Ruckerbusch y Bueno, 1978), tamaño del potrero (Arabe y Alvright, 1981) y disponibilidad, estructura (Hodgson, 1981) y calidad nutritiva de la pastura (Minson, 1981), entre otros factores.

En términos de consumo y gasto energético, la hora o período del día en que se lleva a cabo el pastoreo afecta la respuesta animal, ya que la temperatura o estrés calórico reduce el consumo y producción animal (Collier y col., 1982). Se ha observado que el tiempo de pastoreo es mayor al atardecer y primeras horas de la mañana, intermedio entre las 10:00 am y las 14:00 pm y bajo en las horas intermedias de la mañana (7:00-9:00 am) y de la tarde (14:00-16:00 pm) (Goncalves y Manella, 2005). Según Furlan, citado por Goncalves y Manella (2005), el tiempo de pastoreo es menor en una pastura de calidad y aumenta en la medida que la calidad de la pastura disminuye. Camargo, citado por Goncalves y Manella (2005), observó que vacas lecheras pas-

torean en mayor grado entre las 19.00 y 23.00 horas.

El presente trabajo se llevó a cabo para evaluar la respuesta de toretes a dos periodos de pastoreo, diurno y nocturno, en un sistema de semiconfinamiento para engorde.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo durante el período de lluvia (septiembre - diciembre) de 1997, en la Finca Experimental El Ejido - IDIAP, ubicado entre los 7° 53' 15" latitud Norte y 80° 23' 15" latitud Oeste, a 26 msnm, en un Bosque Seco Tropical, temperatura anual promedio de 27°C, precipitación anual promedio de 1112 mm y suelo del orden alfisol, con un contenido de materia orgánica medio (3%), bajo en fósforo (2 mg/kg), calcio (1.0 cmol/kg) y magnesio (0.45 cmol/kg) y medio en potasio (78 cmol/kg).

Se utilizó un diseño completamente al azar y se estudiaron dos periodos de pastoreo diarios: Nocturno (6:00 pm - 6:00 am) (TPN) y diurno (6:00 - 10:00 am) (TPD). El sistema de semiconfinamiento consistió en pastoreo restringido en gramíneas, de acuerdo al tratamiento experimental y confinamiento en un corral parcialmente techado durante el resto del día,

donde el animal recibió un suplemento alimenticio.

El pastoreo se llevó a cabo en cuadras de *Brachiaria decumbens* y de *Digitaria swazilandensis* (Swazi), con un tamaño promedio de 1.5 ha/ parcela; las parcelas de Swazi estaban mezcladas con *Bothriocloa pertusa*. Se utilizó un pastoreo alterno (18 días de pastoreo y 18 días de descanso), una carga animal inicial de 3.6 UA/ha (1 UA = 400 kg de peso vivo) y una fertilización con 20 kg N/ha, en dos aplicaciones a partes iguales, al inicio y mitad del período experimental. Para cada tratamiento se utilizó una parcela de *B. decumbens* y una de Swazi.

Se utilizaron 12 toretes Cebú comercial por tratamiento, con un peso vivo inicial promedio de 363 kg/animal (± 27.0). Los animales se trataron contra parásitos internos y externos (ivermectina y amitraz), se les aplicó el complejo vitamínico AD₃E (2,000,000 UI A, 300,000 UI D₃ y 200 mg E) y se les implantó con zeranol en dosis única. El suplemento alimenticio estaba compuesto por 92.5% de melaza, 0.8% de urea y 6.7% de harina de pescado, base fresca; éste se suministró al animal en dosis única a las 8:00 am. El contenido promedio de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de la melaza, urea y harina de pescado fue de 73.60 y 0.55; 97.20 y 281.00; 88.00 y 73.20%, respectivamente. En la fase de adaptación (20

días) el suministro de suplemento se incrementó gradualmente hasta llegar a un nivel de 1.80, 0.015 y 0.130/100 kg de peso vivo/día de melaza, urea y harina de pescado, respectivamente; en la fase de evaluación éstos fueron los niveles máximos de consumo. En comedero, cada animal recibió 0.040 kg/día de una mezcla mineral a base de 70% de sal cruda, 25% de fosfato de calcio y 5% de una premezcla mineral, la que se incorporó al suplemento. En cuanto al tiempo de pastoreo, desde el inicio de la fase de adaptación, los animales empezaron con el tiempo definido para cada tratamiento.

Los animales se pesaron al inicio y final de la fase de adaptación y mensualmente durante la fase de

evaluación (92 días), en ayuno, a las 8:00 am. La disponibilidad de forraje en oferta se midió al inicio de cada período de pastoreo, utilizando la técnica del marco muestral; en cada medición se tomaron muestras para la determinación de MS y PC. De cada uno de los ingredientes del suplemento se tomaron muestras cada 15 días para la determinación de MS y PC.

En la fase de evaluación, la ganancia diaria de peso vivo (GPV) de cada animal se obtuvo por medio de una regresión simple entre el peso vivo y el tiempo de engorde o pesada del animal. Este parámetro se sometió a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (López y col., 2000), a transformaciones tipo raíz cuadrada, logarítmica y arco seno y a un análisis estadístico utilizando el

CUADRO 1. CONSUMO DE MELAZA, UREA, HARINA DE PESCADO, MATERIA SECA (MS), PROTEÍNA CRUDA (PC) Y ENERGÍA METABOLIZABLE (EM).

	Pastoreo Nocturno (TPN)						Pastoreo Diurno (TPD)					
	Melaza	Urea	H.Pescado	MS	PC	EM	Melaza	Urea	H.Pescado	MS	PC	EM
Fase de adaptación	0.480	0.009	0.057	0.550	0.098	1.48	0.83	0.009	0.081	0.920	0.139	2.52
Período experimental (PE)												
10/10 - 9/11/97	0.750	0.014	0.087	0.851	0.155	2.32	1.320	0.014	0.126	1.460	0.218	4.01
10/11 - 11/12/97	0.960	0.017	0.068	1.053	0.168	2.90	1.340	0.014	0.136	1.490	0.227	4.06
12/12/97 - 10/1/98	1.040	0.018	0.090	1.147	0.184	3.14	1.380	0.015	0.140	1.535	0.230	4.21
Promedio (PE)	0.917 ±0.150	0.016 ±0.002	0.068 ±0.001	1.017 ±0.151	0.169 ±0.014	2.79 0.42	1.350 ±0.030	0.014 ±0.001	0.134 ±0.007	1.495 ±0.038	0.250 ±0.006	4.10 0.10

Melaza, Urea, H. Pescado, MS=materia seca; PC = Base seca, kg/100 kg de peso vivo/día.
EM= Mcal/100 kg de peso vivo/día

CUADRO 2. CARGA ANIMAL (CA), DISPONIBILIDAD DE BIOMASA (DF) Y PRESIÓN DE PASTOREO PROMEDIO POR TRATAMIENTO (PPA) Y PERIODO EXPERIMENTAL (PE) EN LA FASE DE EVALUACIÓN.

	Pastoreo Nocturno (TPN)			Pastoreo Diurno (TPD)		
	CA (UA/ha)	DF (kg MS/ha)	PPA (kg MS/100 kg de peso vivo/día)	CA (UA/ha)	DF (kg MS/ha)	PPA (kg MS/100 kg de peso vivo/día)
Fase de adaptación	3.57	3808.0	6.65	3.84	2902.0	4.72
Período experimental (PE)						
10/10 – 9/11/97	3.76	2485.0	4.59	3.98	2742.0	4.90
10/11 – 11/12/97	4.15	1459.0	2.44	4.34	1906.0	3.52
12/12/97– 10/1/98	4.47	1171.0	1.82	4.65	1710.0	2.53
Promedio(PE)	4.13 ±0.36	1525.0 ±391.0	2.95 ±1.45	4.32 ±0.34	2119.0 ±548.0	3.65 ±1.19

método no-paramétrico de Wilcoxon (López y col., 2000), considerando sólo el efecto del período de pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase de adaptación se logró un consumo máximo de suplemento alimenticio correspondiente al 58.3 y 87.8% del nivel máximo ofrecido a TPN y TPD. El consumo de suplemento de TPN correspondió al 57.3% del obtenido por TPD (Cuadro 1). Este menor consumo de suplemento con TPN pudo implicar un mayor consumo de forraje, como consecuencia de un mayor tiempo de permanencia en pastoreo. Por otro lado, un mayor consumo de melaza

está relacionado con un menor consumo de forraje (Ruiloba y Ruiz, 1978; Silvestre y col., 1997), producto de una disminución en la actividad celulolítica ruminal (White y col., 1973).

En el Cuadro 1 se presenta también el consumo promedio de MS y PC del suplemento en la fase de evaluación. En cada uno de los periodos experimentales o de pesada de los animales (PE) TPD presentó un mayor consumo de suplemento que TPN. En términos de MS y PC, esta diferencia en consumo representó 32.0 y 33.1%, respectivamente. Ambos tratamientos presentaron un incremento en el consumo de MS y PC a través de PE, pero éste fue mayor en TPN.

CUADRO 3. CONTENIDO PROMEDIO DE PROTEÍNA CRUDA (% , BASE SECA) DE LAS GRAMÍNEAS EN OFERTA POR TRATAMIENTO Y PERÍODO EXPERIMENTAL EN LA FASE DE EVALUACIÓN.

Período experimental	Pastoreo Nocturno (TPN)		Pastoreo Diurno (TPD)	
	<i>B. decumbens</i>	Swazi – <i>B. pertusa</i>	<i>B. decumbens</i>	Swazi – <i>B. pertusa</i>
10/10 – 1/12/97	7.14	11.28	7.08	11.51
10/11 – 11/12/97	8.06	11.10	8.32	11.59
12/12/97 – 10/1/98	7.12	11.31	6.82	10.18
Promedio	7.44 ±0.54	11.23 ±0.11	7.40 ±0.80	11.09 ±0.79

CUADRO 4. GANANCIA DE PESO VIVO (kg/animal/día) POR TRATAMIENTO.

	Pastoreo Nocturno (TPN)	Pastoreo Diurno (TPD)
Fase de adaptación (20/9 – 9/10/98)	0.475±0.800	0.272±0.532
Período experimental (PE)		
10/10 – 9/11/97	1.030±0.503	1.151±0.371
10/11 – 11/12/97	1.237±0.323	1.178±0.431
12/12/97 – 10/1/98	0.977±0.411	0.814±0.385
Promedio (PE)	1.081±0.137	1.048±0.203

En el Cuadro 2 se presenta la carga animal (CA), disponibilidad de forraje en oferta (DF) y presión de pastoreo (PPA) en la fase de adaptación y evaluación. En la fase de evaluación, CA aumentó y DF disminuyó a través de los diferentes periodos experimentales, produciendo una disminución progresiva en la PPA. Sin embargo, DF y PPA disminuyeron en mayor grado con TPN, posible-

mente producto de un mayor consumo de pasto. En ambos tratamientos, en la medida que estos parámetros disminuyeron, el consumo de suplemento aumento, producto de mayores necesidades nutricionales de los animales. Por otro lado, con TPN el aumento en el consumo de suplemento también pudo estar relacionado con un menor aporte de nutrimentos por la pastura, ya que la estimación del

consumo de MS del animal en función de su peso y ganancia de peso indicó una disminución en el consumo de pasto de 1.90 a 1.50 kg MS/100 kg de peso vivo/día al transcurrir los PE. TPD también presentó este comportamiento, pero en menor grado, ya que el consumo de pasto pasó de 1.00 a 1.15 kg MS/100 kg de peso vivo/día con PE. De acuerdo a estas estimaciones, el consumo de pasto representó alrededor del 55-65 y 38-42% del consumo total de MS para TPN y TPD, respectivamente. Para ambos tratamientos, el consumo total de MS se estimó entre 2.50 y 2.60 kg/100 kg de peso vivo/día.

Para un sistema de engorde basado solo en pastura, Cubillos y col. (1981) determinaron que la PPA adecuada es 5.0 - 6.0 kg MS/100 kg de peso vivo/día. En base a esto se puede inferir que en sistemas de engorde bajo semiconfinamiento, donde el consumo de pasto representa entre el 40 y 60% de las necesidades de MS del animal, la PPA mínima debe estar alrededor de 2.25 y 3.25 kg MS/100 kg de peso vivo/día, respectivamente. En base a esta consideración, en el último período experimental la PPA estuvo por debajo o marginal a estos valores mínimos, observándose una disminución en la ganancia de peso vivo (Cuadro 4), pero un incremento en el consumo de suplemento, principalmente con TPN.

El contenido de PC de la *B. decumbens* y mezcla de *D. swazilandensis* y *B. pertusa* en oferta no variaron apreciablemente entre tratamientos y período experimental (Cuadro 3). Estos valores son similares a los reportados por otros autores para *B. decumbens* (Gómez y col., 1986; Mosquera y Lazcano, 1992), Swazi (Jiménez y col., 1986) y *B. pertusa* (Pinzón y col., 1986) e indican que los animales dispusieron de un pasto de adecuada calidad.

En la fase de adaptación, las ganancias de peso vivo (GPV) resultaron bajas (Cuadro 4). Desde el inicio de esta fase se ajustó el tiempo de pastoreo al correspondiente tratamiento, lo que pudo afectar la respuesta animal, ya que no hubo gradualidad en la adaptación al cambio de manejo. En este sentido, el tratamiento con mayor tiempo de pastoreo TP presentó una mayor GPV, probablemente, como consecuencia de una adaptación más rápida al manejo y alimentación del sistema. Sin embargo, en la fase de evaluación, la GPV de ambos tratamientos se incrementó apreciablemente (Cuadro 4), con un promedio de 1.064 kg/animal/día y un coeficiente de variación de 17.8%. La prueba no paramétrica de Wilcoxon no indicó diferencias en la GPV entre tratamientos ($P>0.34$), tampoco el análisis de variancia ($P>0.32$). El rendimiento en canal caliente (RCC) no mostró diferencia entre tratamientos ($P>0.36$), con un promedio de 56.2% y

CUADRO 5. COSTO PROMEDIO DE LA SUPLEMENTACIÓN POR TRATAMIENTO.

Ingrediente	¹ Precio unitario, B/kg fresco	² Consumo promedio, kg fresco/animal/día		Costo, B/animal/día	
		TPN	TPD	TPN	TPD
Melaza	0.081	4.780	6.960	0.390	0.564
Urea	0.308	0.065	0.051	0.020	0.016
Harina de pescado	0.528	0.371	0.578	0.196	0.305
Sal mineral	0.297	0.040	0.040	0.012	0.012
Total/animal/día				0.618	0.897

¹ Precios actualizados al 2004.

² Incluye 20 días de adaptación y 92 días de evaluación.

un coeficiente de variación de 5.3%. TPN resultó con un menor costo de alimentación, producto de un menor gasto de suplemento (Cuadro 5), 31.1% menor con respecto a TPD, lo que mejoró apreciablemente la utilidad económica del sistema.

La respuesta obtenida al pastoreo nocturno, menor consumo de suplemento y mayor consumo de pasto, esta relacionada con un mayor tiempo de permanencia del animal en el potrero, lo que favoreció selectividad y consumo, pero también puede estar relacionada con mejores condiciones ambientales y de manejo que presentó este tratamiento como temperaturas durante el pastoreo (West J. y col., 2003) y encorralamiento diurno.

CONCLUSIÓN

Se concluye que el pastoreo nocturno de la gramínea permitió una reducción importante en el consumo

del suplemento (31.1%) con respecto al pastoreo diurno, lo que disminuyó prácticamente en igual proporción el costo de alimentación, sin afectar la ganancia de peso vivo de los toretes.

BIBLIOGRAFÍA

- ARABE, C.W.; ALBRIGHT, J.L. 1981. Cattle behavior. *J. Dairy Sci.* 64:1318.
- BLATEX, K.L. 1964. *Metabolismo Energético de los Rumiantes*. Editorial Acribia. G. González (ed.) España. pp. 100-111.
- COLLIER, R.J.; BEEDE, D.K.; THATCHER, W.W.; ISRAEL, L.A.; WILCOX, C.J. 1982. Influence of environment and its modifications on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65 : 2213.
- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organiza-

- tion). 1990. Feeding Standards for Australian Livestock: Ruminants. East Melbourne, Victoria, Australia: CSIRO Publications.
- CUBILLOS, G.O.; VILLALOBOS, L.H.; ATAIDE, E.C. 1981. Comportamiento de la asociación Kudzú Tropical y pasto Ruzi bajo efecto de diferentes presiones de pastoreo e intervalos de descanso. I. Efecto sobre la composición botánica, producción y consumo de biomasa. *En Resúmenes de la VII Reunión de ALPA (Asociación Latinoamericana de Producción Animal)*, 4-10 de octubre de 1998. Santo Domingo, República Dominicana. p. 39.
- GÓMEZ, J.; ÁVILA, M.; SALDAÑA, C. 1986. Evaluación de un sistema de desarrollo y engorde de terneros en *Brachiaria decumbens*. *En Resúmenes Analíticos de la Investigación Pecuaria en Panamá (1968-1985)*. B. Pinzón y R. Montenegro. (comp.). IDIAP. Panamá. 1986. p. 62.
- GONCALVES, A.P.; MANELLA, M.Q. 2005. Beef Point - O ponto de Encontro da Cadeia Productiva da Carne: Efeitos ambientais na nutrição de bovinos (en línea). Disponible en: [?efeitos%20ambientais%20na%20nutricao%20animal.htm](#).
- HODGSON, J. 1932. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. *In Nutritional limits*. pp. 153-166.
- JIMÉNEZ, D.; APARICIO, N.; ORTEGA, C.M. 1986. Efecto de la fertilización nitrogenada y dos intervalos de corte sobre la producción de materia seca y composición química de la *Digitaria swazilandensis* (Stent). *En Resúmenes Analíticos de la Investigación Pecuaria en Panamá (1968-1985)*. B. Pinzón y R. Montenegro (comp.). IDIAP. Panamá p. 35.
- LÓPEZ, G.; PÉREZ, J.; KLEINN, C. 2000. SAS: Aplicaciones en el campo agropecuario de los recursos naturales. CATIE. Costa Rica. 128 p.
- MINSON, D. 1981. Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. *In National limits to Animal Production from pastures. Proceeding of an International Symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, August 24th - 28th*. J.B. Hacker (ed.). Commonwealth Agricultural Bureau. London. pp. 167-192.
- MOSQUERA, P.; LAZCANO, C. 1992. Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* sólo y con acceso controlado.

- a bancos de proteína. *Pasturas Tropicales* 14 (1): 2.
- NRC (National Research Council). 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th rev. ed. National Academy Press. Washington, D. C. p.11.
- PINZÓN, B.; ÁVILA, M.; PERALTA, I.; MONTENEGRO, R. 1986. Efecto de la fertilización y dos intervalos de corte sobre la productividad y composición química de la gramínea Pangola de Pobre, *Bothriocloa pertusa*. En Resúmenes Analíticos de la Investigación Pecuaria en Panamá (1968-1985). B. Pinzón y R. Montenegro (comp.). IDIAP, Panamá. p. 36.
- RIVERA, E.U. 2000. Evaluación de un sistema intensivo de engorde de toretes en confinamiento a base de ensilaje de maíz. Chiriquí, Panamá. Trabajo de graduación para optar al título de Ing. Agr. Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. p. 67.
- RUILOBA, M.H. 1993. Utilización de recursos alimenticios en la ceba en confinamiento durante el verano. En Memorias del Segundo Congreso de la Asociación Nacional de Ganaderos (ANAGAN), 30 y 31 de julio de 1993. Santiago de Veraguas, Panamá. pp. 51-59.
- RUILOBA, M.H.; MAURE, J. 2000. Sistemas de ceba intensiva y producción de leche. Finca Experimental El Ejido, IDIAP. Los Santos, Panamá. p. 7.
- RUILOBA, M.H.; PITY, C.; HER-TENTAINS, L. 1979. Efectos de la melaza sobre la utilización de la caña de azúcar integral en novillos de engorde. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (2): 73.
- RUILOBA, M.H.; RUIZ, M.E. 1978. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Niveles de proteína suplementaria y melaza. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (1): 59.
- RUILOBA, M.H.; RUIZ, M.E.; PITY, C. 1978. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por urea. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (1):77.
- RUCKERBUSCH, Y.; BUENO, L. 1978. An analysis of ingestive behavior and activity of cattle under field conditions. *Appl. Anim. Ethol.* 4: 301.
- SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. 1977. Consumo voluntario y ganancia de peso vivo de ganado bovino alimentado con caña de azúcar picada y

- soluciones de miel con diferentes concentraciones de urea. *Prod. Anim. Tropical* 2: 1.
- VILLALOBOS, A.; MEDINA, M.; HERRERA, D.; MAURE, J.; VEGA, F.; URRIOLOA, D. 2004. Mejoramiento de la producción intensiva de carne bovina en los sistemas de producción estabulada y semiestabulada en la provincia de Los Santos. *Revista El Bramadero (ANAGAN)* 72: 30.
- WEST J., W.B.; MULLINIX, G.; BERNARD, J.K. 2003. Effect of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake and milk yield of lactating dairy cow *J. Dairy Sci.* 86: 232.
- WHITE, T.W.; REYNOLD, W.L.; HEMBRY, F.G. 1973. Influence of urea and molasses on nutrient digestibility of high roughage rations by steers. *J. Anim. Sci.* 37: 1428.

EFFECTOS DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO DE CULTIVO SOBRE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* (Genn.)(Homoptera: Aleyrodidae), Y EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

Esteban Sánchez ¹; Romel Sánchez ²

RESUMEN

El experimento se ejecutó con el objetivo de determinar los efectos de las prácticas de manejo integrado del cultivo en mosca blanca y en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate. Los tratamientos se evaluaron en un diseño de Bloques Completos al Azar con dos repeticiones, con arreglo de parcelas subdivididas donde la parcela principal estuvo constituida por los sistemas de producción de semillero en campo abierto y bajo techo con polietileno; las parcelas medianas, por los métodos de protección de semillero con microtúnel de malla e insecticida imidacloprid y las parcelas pequeñas, por las densidades de siembra de semilla 0.5 g/m², 1.0 g/m² y 2.0 g/m². Las variables evaluadas fueron: número de plántulas trasplantables a los 22 días de germinación de la semilla y población de mosca blanca adulta y viva, en todos los folíolos de cada plántula. El análisis de varianza para el número de plantas trasplantables indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) en los sistemas de producción de semillero y altamente significativas ($P < 0.01$) en los métodos de protección y densidades de siembra, respectivamente. Las interacciones sistema por método; sistema por densidad, método por densidad y sistema por método por densidad fueron altamente significativas ($P < 0.01$). En la variable población de mosca blanca las diferencias fueron altamente significativas en métodos y densidades ($P < 0.01$) y no significativas entre sistemas. Las interacciones método por densidad y sistema por método por densidad fueron altamente significativas ($P < 0.01$). El sistema de producción bajo techo, usando imidacloprid (0.07 g i.a./g de semilla) y densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m², produce la mayor cantidad de plantas trasplantables (268 plantas/m²) y elimina por completo la presencia de adultos de mosca blanca. Por lo tanto, se concluye que estas prácticas de manejo integrado interactuaron positivamente en el desarrollo y crecimiento vigoroso de las plántulas de tomate y evitó la posibilidad de producir plantas contaminadas por geminivirus transmitido por mosca blanca.

PALABRAS CLAVES: MIC, dinámica poblacional, mosca blanca, tomate.

¹ Ing. Agr. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).
e-mail: esanchesg5@yahoo.com

² Agr. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).

EFFECTS OF INTEGRATED WHITEFLY POPULATION (*Bemisia tabaci* Genn., Homoptera: Aleyrodidae) MANAGEMENT PRACTICES ON TOMATO SEEDLINGS PRODUCTION. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

An experiment was established with the objective to determine the effects of integrated management practices of whitefly population on the growth and development of tomato seedlings. Treatments were evaluated using a Complete Randomized Block Design with experimental field plots disposed in a split split plot arrange with the seedlings production system (under open field conditions and under polyethylene roof) as main plot, the seedbed protection method (micro tunnel with Lutrasil Thermoselect® covering versus Imidacloprid insecticide) as subplot, and plant population in terms of the grams of seed per square meter (0.5, 1.0 and 2.0 g/m²), as sub sub plots. The experimental variables were: number of transplantable seedlings at 22 days from seed germination and living adult whitefly population on all leaves of each plant in each experimental plot. The analysis of variance for the number of transplantable plants showed significant differences ($P < 0.05$) between main plots (seedlings production systems) and highly significant ones ($P < 0.01$) at sub plots (seed protection methods) and sub sub plots (plant population) levels, respectively. The interactions seedlings production system (SPS) X seedbed protection method (SP), SPS X plant population (PP), SP X PP, and SPS X SP X PP, also were highly significant ($P < 0.01$). The whitefly population variable also showed highly significant differences ($P < 0.01$) within sub (seedbed protection method) and sub sub (plant population) plots, but not within main plots (seedlings production system). The interaction polyethylene roof + Imidacloprid (0.07 g.a.l./g of seed) and a plant population of 2.0 g of seeds/m² produced the higher amount of transplantable seedlings (268 plants/m²) and totally eliminated the adult whitefly population. It may be concluded that, under the experimental conditions, the implementation of this interaction optimized the growth and vigorous development of tomato seedlings, free of Gemini virus transmitted by the whitefly.

KEY WORDS: ICM, population dynamic, whitefly, tomato.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los geminivirus en el cultivo de tomate es difícil y costoso, el cual deberá basarse en la reducción de las poblaciones de mosca blanca y del inóculo del virus. Las tácticas más usadas son el uso de insecticidas y de cultivares resistentes (Polston y Anderson, 1999). El incremento en el uso de insecticidas, haciendo aplicaciones frecuentes no garantiza la obtención de altos rendimientos o la sostenibilidad de la actividad tomatera. Al contrario, la misma sigue

bajando y el ambiente se sigue degradando

En el manejo integrado de *Bemisia tabaci* se utilizan opciones de control integrado, como agroquímicos, el control fitogenético, uso de agentes de control biológico, prácticas de control cultural, controles físicos y controles legales (Anderson, 1998).

Recientemente, en el distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, el uso del insecticida imidacloprid para el control de la mosca blanca fue reco-

mendado en las etapas tempranas del cultivo de tomate, al igual que el uso de mallas. Aunque ambas opciones de control fueron efectivas, no se tiene sustentación científica, que compruebe esta aseveración y los efectos que sobre el crecimiento y desarrollo de la plántula causen en condiciones locales.

Calderón y col. (1993) concluyen que el uso de tela fina de organdí no permitió el ingreso de la mosca blanca en el cultivo, mejorando el rendimiento y vigor de las plantas.

Para disminuir las pérdidas de plántulas, Salguero (1993) propone la utilización de un enfoque de manejo integrado de mosca blanca, en semilleros con densidades de 20 semillas/m lineal. Sánchez (1995) indicó que para producir plántulas vigorosas, los semilleros deben confeccionarse bajo techos de plástico, utilizando 1.0 g de semilla/m², en camas levantadas a 0.15 m.

La pérdida de vigor de las plántulas es causada por niveles superiores a 0.3 adultos de mosca blanca/planta. A su vez, la infección por geminivirus, transmitido por este insecto, puede alcanzar el 100% de las plantas trasplantadas (Hilje, 1998), con pérdidas elevadas en los rendimientos si la virosis se presenta al iniciarse el ciclo del cultivo (Hilje y col., 1998).

Dubón y col. (1993) indican que el control de *B. tabaci* debe iniciarse desde las primeras etapas de desarrollo de la planta y que existe un momento en que la práctica de control no es rentable. Ortega y col. (1998) obtuvieron resultados que muestran la factibilidad de manejar poblaciones utilizando insecticidas como endosulfan e imidacloprid.

Es necesario evaluar, bajo el criterio de manejo integrado del cultivo, las prácticas culturales, químicas y físicas en la etapa más temprana del crecimiento y desarrollo de la planta de tomate, con el fin de reducir el efecto de la mosca blanca. Además, se pretende confirmar el efecto de las prácticas de manejo integrado de la mosca blanca sobre el crecimiento y desarrollo de la plántula de tomate, a través de la estimación del número de plantas trasplantables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en la finca del Ministerio de Desarrollo Agropecuario en el corregimiento de Río Sereno, distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, República de Panamá, en el mes de octubre de 1996, a una elevación de 950 msnm y localización geográfica entre los 7°49' latitud Norte y 88°49' longitud Oeste.

La zona de vida se clasificó, según Holdridge, como Bosque muy

Húmedo Premontano Tropical. La humedad relativa promedio, tomada en el área experimental fue de $94 \pm 3\%$, la precipitación pluviométrica acumulada durante el mes de octubre fue de 394 mm y la temperatura promedio mensual de $25 \pm 5^\circ\text{C}$. En el sistema de producción bajo techo, la humedad relativa en promedio fue $88 \pm 4\%$ y temperatura media diurna de 32°C .

Según el análisis de suelo, se deriva de cenizas volcánicas, de textura franco-arenoso, con un bajo contenido de micronutrientes y fósforo, pero alto contenido de potasio y materia orgánica.

El cultivar de tomate de crecimiento semi-determinado fue Haislip y se sembró sobre camas de 10 m de largo, 0.75 m de ancho y 0.15 m de alto.

Los factores experimentales u opciones de control evaluadas, en sus diferentes niveles fueron:

Control Cultural: Sistemas de Producción:

S_0 : Sistema de producción de semilleros en campo abierto

S_1 : Sistema de producción de semilleros bajo techo de polietileno

Densidad de siembra de semilla gámica:

D_0 : 0.5 g/m²

D_1 : 1.0 g/m²

D_2 : 2.0 g/m²

**Control físico y químico:
Métodos de Protección**

M_0 : Método de protección del semillero con microtúneles de malla.

M_1 : Método de protección del semillero con el insecticida imidacloprid a dosis de 0.07 g i.a./g de semilla.

Los factores y sus diferentes niveles se combinaron, obteniéndose 12 tratamientos, analizados en un diseño de Bloques Completos al Azar con dos repeticiones, en un arreglo de parcelas subdivididas (Cuadro 1).

Las parcelas principales fueron los sistemas de producción de semilleros (S); las parcelas medianas, las constituyeron los métodos de protección (M) y las parcelas pequeñas, las densidades de siembra de semilla (D). El área de la parcela experimental midió 27.5 m² y la de muestreo en cada tratamiento fue 1 m².

El modelo lineal general, estimó la relación entre la densidad de siembra y el número de plantas trasplantables.

$$Y = \mu + bx + e$$

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 1996.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO
S ₀ M ₀ D ₀	Método de protección del semillero con microtunel de malla lutrasil y densidad de siembra de 0.5 g de semilla/m ² a campo abierto.
S ₀ M ₁ D ₀	Método de protección del semillero con microtunel de malla lutrasil y densidad de siembra de 1.0 g de semilla/m ² a campo abierto.
S ₀ M ₂ D ₀	Método de protección del semillero con macrotunel de malla lutrasil y densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m ² a campo abierto.
S ₁ M ₀ D ₀	Método de protección del semillero con el insecticida imidacloprid y densidad de siembra de 1.0 g de semilla/m ² a campo abierto.
S ₁ M ₁ D ₀	Método de protección del semillero con el insecticida imidacloprid y densidad de siembra de 1.0 g de semilla/m ² a campo abierto.
S ₁ M ₂ D ₀	Método de protección del semillero con el insecticida imidacloprid y densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m ² a campo abierto.
S ₁ M ₀ D ₁	Método de protección del semillero con imidacloprid y densidad de siembra de 0.5 g de semilla/m ² bajo techo.
S ₁ M ₁ D ₁	Método de protección del semillero con imidacloprid y densidad de siembra de 1.0 g de semilla/m ² bajo techo.
S ₁ M ₂ D ₁	Método de protección del semillero con imidacloprid y densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m ² bajo techo.
S ₀ M ₀ D ₁	Método de protección del semillero con microtunel de malla y densidad de siembra de 0.5 g de semilla/m ² bajo techo.
S ₀ M ₁ D ₁	Método de protección del semillero con microtunel de malla y densidad de siembra de 1.0 g de semilla/m ² bajo techo.
S ₀ M ₂ D ₁	Método de protección del semillero con microtunel de malla y densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m ² bajo techo.

El sistema de producción de semillero bajo techo de polietileno, consistió en una estructura de metal galvanizado tipo túnel de 10 m de largo, 2.75 m de ancho y 2.10 m de altura central. El eje central se ubicó en dirección Oeste a Noreste y la lámina de cobertura de polietileno simple, con 200 μ y aditivos filtradores de rayos ultravioleta.

El método de protección con malla de naturaleza textil no tejida, sirvió para cubrir un microtúnel, fabricado de arcos de bambú rajado, ubicados transversal a las camas de siembra, a distancia entre arcos de 1.0 m. Su longitud fue de 5.0 m, el ancho de 0.80 m y la altura de 0.60 m.

El suelo se preparó con dos pases de arado rotativo, a profundidad de 0.20 m, con un motocultor Daedong. Se aplicó gallinaza a dosis de 1,000 g/m², cal agrícola a dosis de 750 g/m², incorporadas al momento de confeccionar las camas.

Sobre la línea de siembra se aplicó 34 g/m² de P₂O₅ y el desinfectante de suelo captan/oxicarboxin a dosis de 2.0 g i.a./lt de agua.

Las plántulas al germinar, se asperjaron con el fertilizante foliar de fórmula 8-8-8 a una dosis de 2.5 cc/lt de agua en mezcla con fungicidas ditiocarbamatos y clorotalonilo cada cinco días.

Las parcelas con el sistema de producción de semilleros bajo techo, se irrigaron con microaspersores que descargaron 32 lt de agua/ hora. La frecuencia de riego fue diaria y se efectuó en la mañana, por un tiempo de 25 minutos.

El muestreo del número de plántulas trasplantables se efectuó a los 22 días de germinación de la semilla, sobre una superficie de 1.0 m² de cama. Se consideraron los siguientes criterios morfológicos como indicadores de una plántula trasplantable: buen vigor, libre de coloraciones foliares atípicas, sin síntomas de mosaico amarillo (ToYMoV), relación de volumen foliar, tallo y raíces bien proporcionado, plántulas compactas, con tres a cuatro pares de hojas bien desarrolladas, color verde intenso, sin deformaciones morfológicas, tallo con grosor de 9 a 12 cm de largo y un diámetro de 0.20 a 0.30 cm. Las raíces bien desarrolladas, libres de patógenos y de coloraciones atípicas.

El conteo de adultos de *B. tabaci* se hizo en una muestra de 25 plántulas, a los 22 días de germinada la semilla, en el envés de todos los folíolos de la plántula, teniéndose el cuidado de hacer el movimiento lo más lento posible para evitar la migración del insecto.

Las variables experimentales fueron las siguientes:

1) Número de plántulas trasplantables/m² de cama a los 22 días de germinación de la semilla.

2) Población de *Bemisia tabaci* adultos y vivos, en todos los folíolos de cada plántula muestreada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A Número de plantas trasplantables/m²

El análisis de varianza para los factores sistemas de producción, métodos de protección y densidad de siembra, en función de la variable número de plantas trasplantables (Cuadro 2), demostró diferencias sig-

nificativas ($P < 0.05$) en sistemas de producción. Fueron altamente significativas ($P < 0.01$) en métodos de protección y en la densidad de siembra.

Diversos estudios han demostrado que existe respuesta significativa a la densidad de plantas de tomate en el semillero, incluyendo el comportamiento en el campo (Ignatov, 1975; Skapski, 1975; Zahara y col. 1973 (citados por Batista y Felipe, 1990).

La variable número de plantas trasplantables, mostró interacciones altamente significativas entre sistemas y métodos ($P < 0.01$), sistemas y densidad de siembra ($P < 0.01$) y métodos de protección con la densidad de siembra ($P < 0.01$). Además, se obser-

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARCIAL, PARA LOS FACTORES SISTEMAS, MÉTODOS Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAISLIP. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 1996.

F de V	gl	CM
Bloques	1	532.04
Sistema	1	442.04*
Bloques x Sistema (error a)	1	392.04
Método	1	1190.04**
Sistema x Método	1	17985.38**
Bloque x Sistema x Densidad (error b)	2	180.04
Densidad	2	27626.38**
Sistema x Densidad	2	5792.54**
Método x Densidad	2	5899.29**
Sistema x Método x Densidad	2	4223.62**
Bloques x Sist. x Métod. x Den. (error c)	8	69.2917

Cv: 6.7%; \bar{X}_0 : 124.38 plantas trasplantables/m²; * = diferencia significativa

** = diferencia altamente significativa

vó interacción al 1% entre los tres factores en estudio (sistema de producción, método de protección y densidad de siembra). Batista y Felipe (1990) encontraron diferencias significativas, debido a variaciones en la densidad de siembra, para el número total de plantas y porcentaje de plantas aptas para el trasplante.

El valor elevado del cuadrado medio de la densidad indicó que la mayor variación en el número de plantas trasplantables fue causada por las densidades. Los cuadrados medios de las interacciones sistema por método, sistema por densidad y método por densidad, disminuyeron la variación, produciéndose cantidades

significativas de plantas trasplantables con esas interacciones.

La densidad de siembra y la interacción sistema por método fueron determinantes en el número de plantas trasplantables, porque causan las mayores contribuciones en la variación total.

A.1. Interacción sistema de producción por método de protección

El efecto de la interacción del sistema de producción de semillero con el método de protección, en el número de plantas trasplantables (Figura 1) indicó que el microtúnel de malla fue más

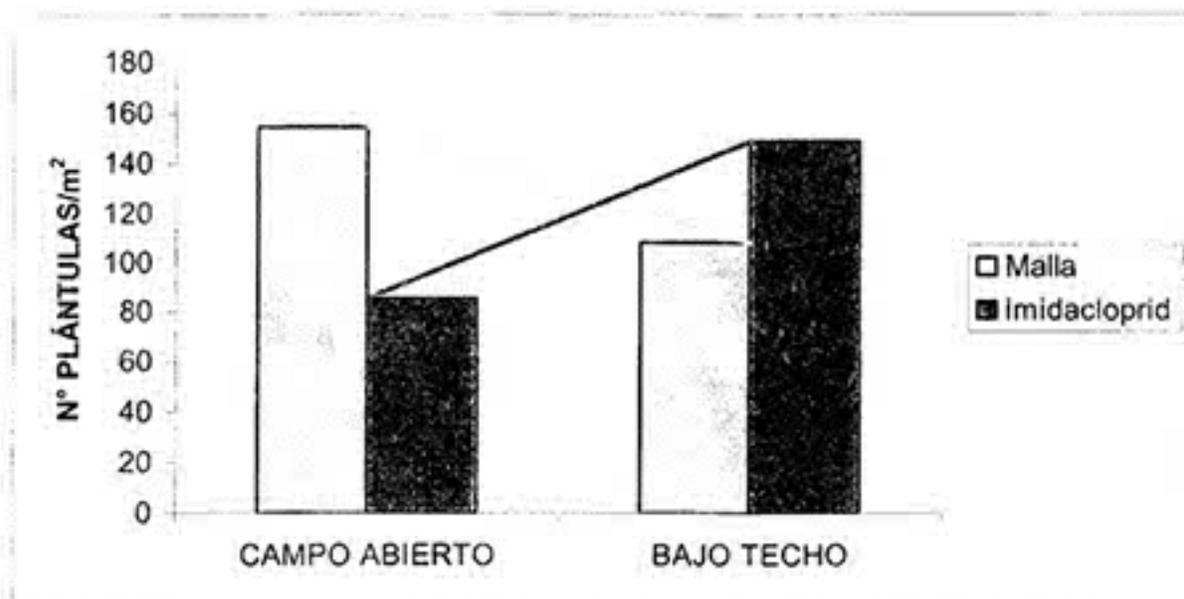


FIGURA 1. EFECTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE SEMILLERO Y DEL MÉTODO DE PROTECCIÓN, SOBRE EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAISLIP. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

efectivo en campo abierto (154.5 plantas) que imidacloprid (85.67 plantas); sin embargo, su efecto fue superado por éste en el sistema de producción bajo techo (149 plantas).

Esta situación se interpretó como un efecto benéfico sobre las plántulas porque hubo temperaturas más benignas, debido al efecto refractor de los rayos UV por parte de la cobertura de polietileno y se evitó el impacto directo de la lluvia sobre la planta y el suelo. Calderón y col. (1993) concluyeron que el vigor y rendimiento de las plántulas se mejoraron con el uso de microtúneles de tela de organdi.

El efecto benéfico sobre el número de plantas trasplantables se redujo significativamente con el uso del sistema de producción bajo techo y el método de protección con malla. Baltá (1992) indicó que este tipo de cobertura puede absorber entre 80 a 90% de la luz, elevando la temperatura a 40 ± 8 °C.

La poca renovación de aire dentro del túnel de malla, causado por el confinamiento de las plántulas en una doble cobertura (techo de plástico y malla), contribuyó a que el número de plantas trasplantables disminuyera significativamente con esta interacción.

El sistema de producción bajo techo de polietileno y el método de pro-

tección con el insecticida imidacloprid, causaron efectos favorables sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas, debido a un efecto invernadero moderado, controlándose con mayor eficiencia los efectos del ambiente. La ventilación, la humedad relativa, la temperatura, el filtrado de rayos UV y la menor exposición directa a la lluvia contribuyeron a estos resultados.

Galdeano y col. (1993), citados por Nuez y col. (1996), indican que como consecuencia de la protección del cultivo (en techo de plástico) su ciclo se acorta al obtenerse una mayor integral térmica, producto del efecto invernadero. Nuez y col. (1996) mencionan como principales ventajas que aporta el sistema de techos de polietileno, el aumento de la precocidad, de la calidad y de los rendimientos del cultivo, posibilitando un control más racional de las plagas y enfermedades.

Por otro lado, se observó una reducción significativa del número de plantas trasplantables a 86 plantas/m² cuando interactuó el sistema de producción de semilleros en campo abierto y el método de protección con el insecticida imidacloprid. Este descenso fue causado por factores ambientales extremos como la pluviosidad y humedad relativa elevada en el ambiente, los que pudieron afectar la actividad del imidacloprid e incidieron directamente sobre las plántulas, permitiendo que

otros factores abióticos afectaran el desarrollo y crecimiento. Gaskell y col. (1987) cuantificaron entre 20 a 35% de pérdidas de semillas de cebolla por efecto de la escorrentía y por el impacto directo de la gota de agua sobre el suelo, la plántula y a la proliferación de enfermedades.

A.2. Interacción densidad de siembra y sistema de producción

Una densidad de 2.0 g de semilla gámica/m² de cama, produce el mayor número de plantas trasplantables en los sistemas de producción bajo techo y en campo abierto (Figura 2). Se obtuvo un máximo de 215

plantas trasplantables/m² con el sistema de producción bajo techo y de 145 en campo abierto. Chicco (1996); Batista y Felipe (1990) concluyen que con 2.0 g de semilla/m² se obtiene un número adecuado de plantas aptas y un mayor porcentaje de las mismas. FUSAGRI (1983) considera que con 2.0 g de semilla gámica/m² de cama se requiere un 80% de poder germinativo para satisfacer la demanda de plántulas aptas para el trasplante.

El número de plantas trasplantables se redujo en los sistemas de producción bajo techo, con densidades de 0.5 y 1.0 g de semilla gámica/m², mientras que aumentó con 2.0 g/m².

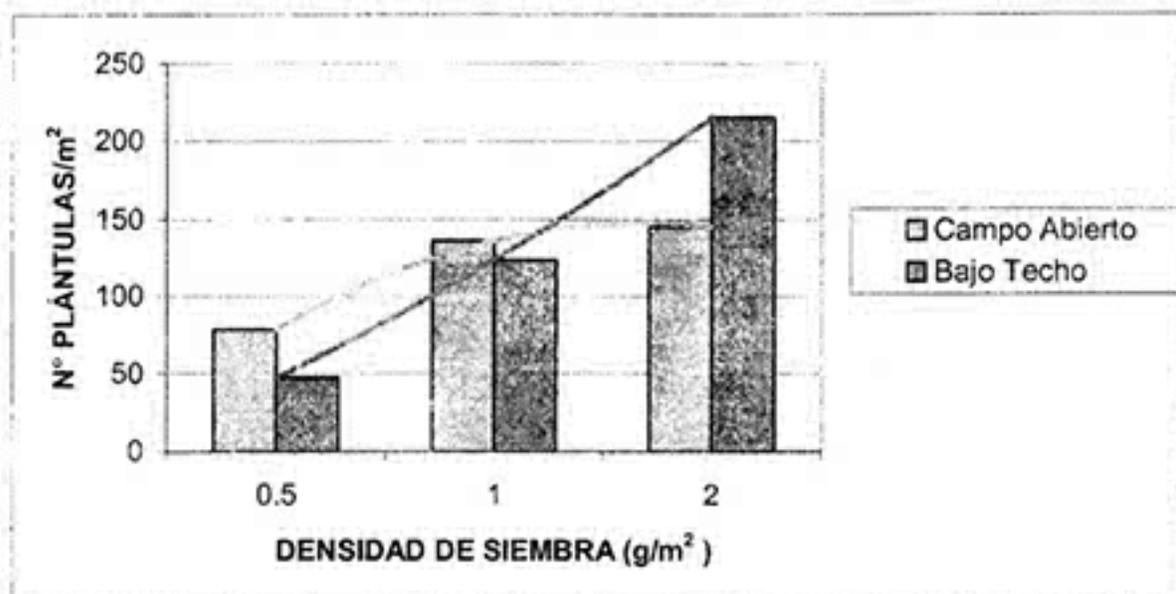


FIGURA 2. EFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO Y DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN SOBRE EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE LA VARIEDAD DE TOMATE HAISLIP. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

La tendencia del número de plantas trasplantables utilizando 2.0 g de semilla/m², en ambos sistemas de producción, es la esperada, debido a los efectos favorables de la producción bajo techo de polietileno. López-Gálvez y Naredo (1996), indican que un invernadero proporciona un microclima más adecuado para el desarrollo del cultivo cuando se comparan las condiciones en campo abierto.

La integral térmica se ve mejorada con respecto a campo abierto. Esto obedece a la acumulación de calor procedente de la radiación solar, lo cual puede variar total o parcialmente las variables ambientales haciendo que los cultivos se desarrollen con cierta independencia de los factores climáticos López-Gálvez y Salinas (2004).

Gaskell y col. (1987) demostraron, mediante experimentos, que en el sistema de producción de plántulas bajo techo de polietileno se lograban más y mayor calidad de plántulas de cebolla que en campo abierto, dependiendo de la densidad de siembra.

A.3. Interacción densidad de siembra y método de protección

La densidad de 2.0 g de semilla gámica/m² se comportó similar en los métodos de protección con malla e imidacloprid. El uso de malla y densidad de 2.0 g de semilla gámica/m² fa-

voreció la producción de 181 plantas trasplantables/m², mientras que la misma densidad, pero con imidacloprid fue de 179.25 plantas trasplantables/m².

Se destaca que el uso de la malla y la densidad de 1.0 g de semilla gámica/m² de cama, resultó en la producción de 166.75 plantas trasplantables/m², no existiendo diferencias significativas con la interacción de la malla con 2.0 g de semilla gámica/m².

López - Gálvez y Salinas (2004) indican que la temperatura y la humedad del suelo se mejoran con el uso de microtúneles y se modifican las condiciones ambientales del cultivo en sus primeras fases de desarrollo. Además, la persistencia y toxicidad de los agroquímicos se mantiene por más tiempo.

En términos generales, la Figura 3 muestra un aumento en el número de plantas trasplantables conforme aumenta la densidad de siembra en ambos métodos de protección del semillero.

El modelo de regresión lineal (Figura 4) resultó altamente significativo ($P < 0.01$) solo para el sistema de producción bajo techo. El número de plantas trasplantables fue afectado por la densidad de siembra, aumentando a medida que la densidad de siembra era mayor. El valor estimado más alto

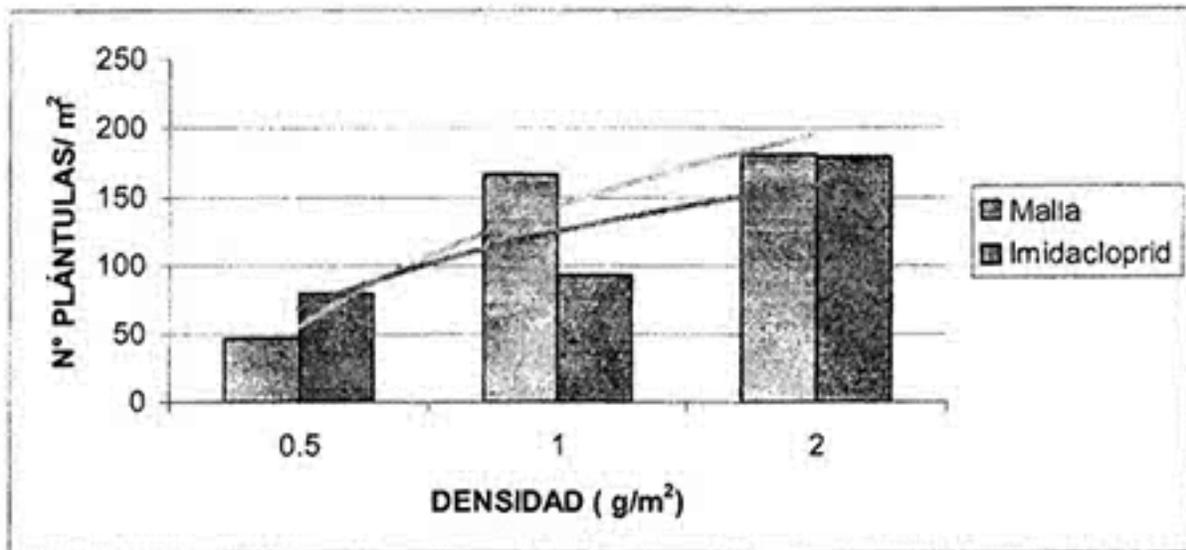


FIGURA 3. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO Y DEL MÉTODO DE PROTECCIÓN, EN EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAISLIP. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

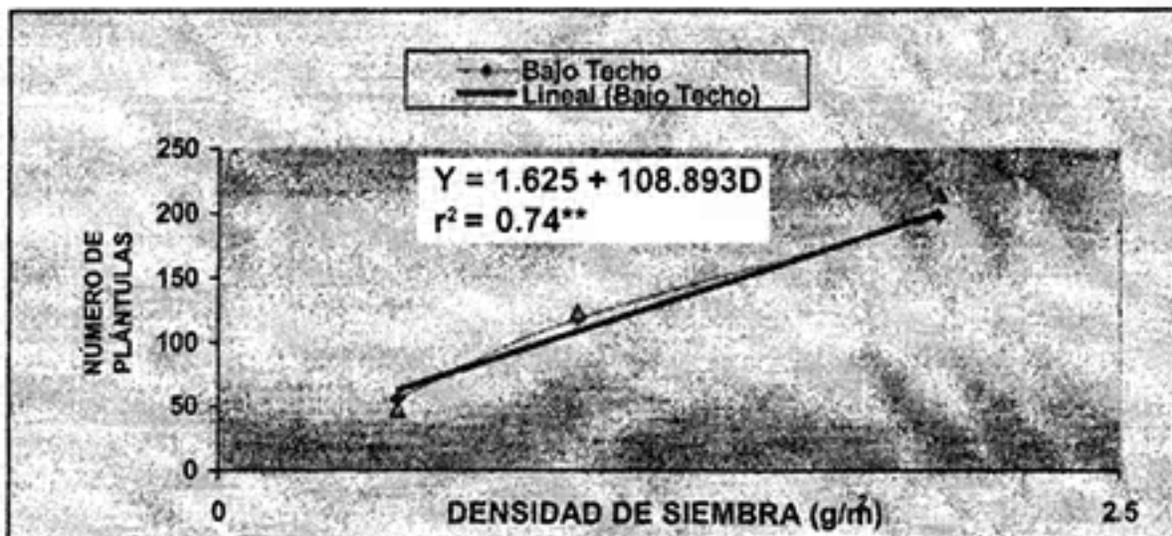


FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAISLIP EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BAJO TECHO. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

se produjo con 2.0 g de semilla gámica/m² con 197.16 plantas trasplantables.

El coeficiente de determinación demostró que el modelo lineal tiene una fiabilidad alta ($r^2 = 0.74$). Observaciones semejantes fueron efectuadas por Batista y Felipe (1990).

Los modelos de regresión lineal (Figura 5) fueron significativos ($P < 0.05$) para los métodos de protección con la malla e imidacloprid. En ambos métodos se observó un incremento directamente proporcional entre el número de plantas trasplantables/m² y la densidad de siembra; sin em-

bargo, la producción fue mayor con el método de protección de malla.

A.4. Interacción triple entre densidad de siembra, método de protección y sistema de producción en campo abierto.

La utilización de la malla incrementó el número de plantas trasplantables, que a su vez aumentó con la densidad de siembra, en el sistema de producción en campo abierto. Los resultados demostraron variaciones entre 186 y 200 plantas trasplantables con el uso de 1 a 2 g de semillas gámica/m² de cama, respectivamente.

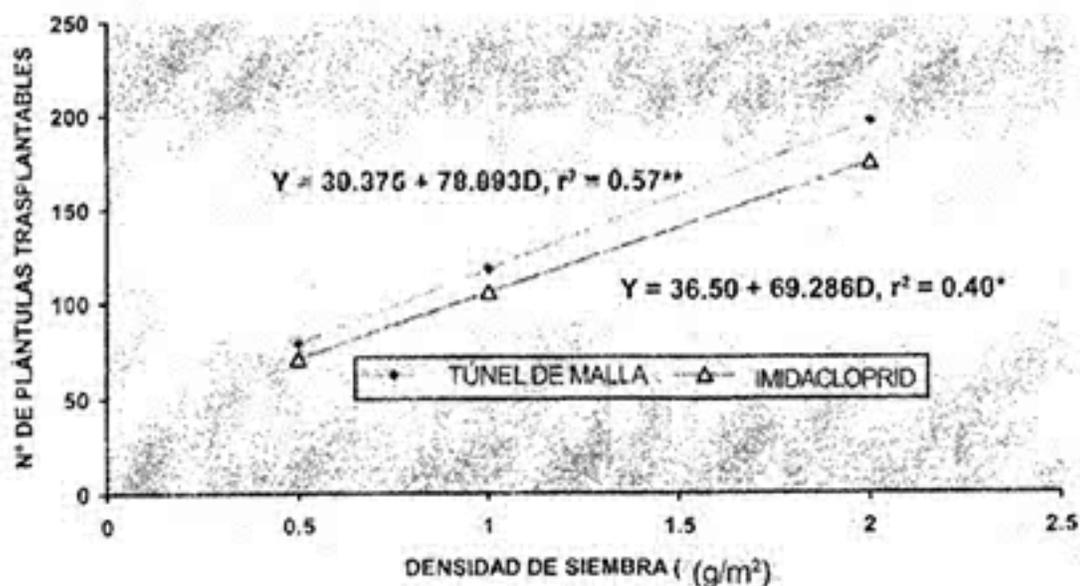


FIGURA 5. RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAISLIP SEGÚN EL MÉTODO DE PROTECCIÓN. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

El imidacloprid no ejerció efectos sobre el número de plantas trasplantables (Figura 6).

Los resultados demuestran que la producción de plantas trasplantables es más efectiva con la combinación del sistema de producción de semillero en campo abierto, el túnel de malla y las densidades de 1 a 2 g de semilla/m². A diferencia de los tratamientos que utilizaron el insecticida imidacloprid, lo que puede atribuirse al efecto de la temperatura del túnel de malla y a la disminución del impacto directo de la lluvia sobre las plantas. A pesar de la presencia de mosca blanca sobre las

plántulas, no se logró identificar síntomas de ToYMoV.

Los túneles de malla permiten producir plántulas de alta calidad, cosechas de elevados rendimientos, con excelente calidad, alta precocidad; además, se mantiene la temperatura del suelo, lo que permite un buen desarrollo radical, gracias a un microclima con temperaturas adecuadas para el desarrollo normal (TPR. AGR 2004).

Anzola y Lastra (1978) indican que las condiciones de humedad relativa y temperatura son más propicias para el desarrollo de las plantas en semilleros

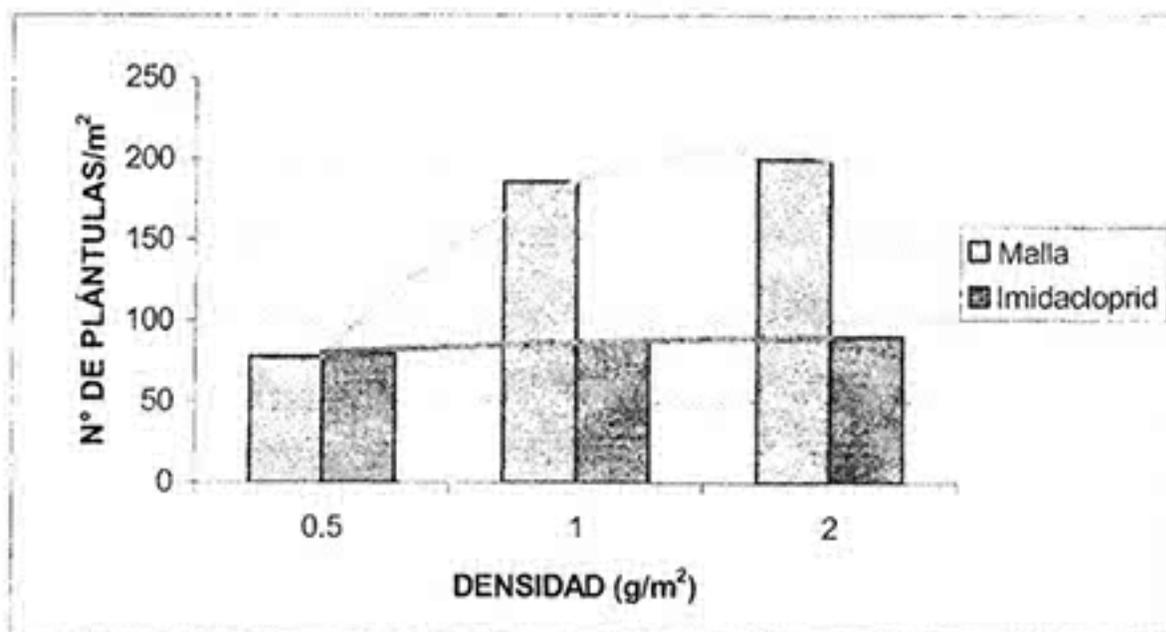


FIGURA 6. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO, EL MÉTODO DE PROTECCIÓN Y EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN CAMPO ABIERTO, EN EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAILIP. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

cubiertos con túneles de nylon que los confeccionados al aire libre.

A.5. Interacción triple entre densidad de siembra, el método de protección y el sistema de producción bajo techo

El número de plantas trasplantables/m² aumentó hasta 268 con la interacción del sistema de producción bajo techo y la densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m², protegidas con el insecticida imidacloprid, mientras que con la malla alcanzó un máximo de 162 plantas trasplantables (Figura 7). Anzola y Lastra (1978) observaron que las plántulas que crecían en semilleros protegidos por microtúneles

de tela de nylon presentaban un mejor desarrollo.

Las tendencias observadas en el número de plantas trasplantables/m² en el sistema de producción bajo techo, en interacción con las densidades y los métodos de protección, indicaron que el efecto paragua y retención de calor moderado del techo, benefició a las plántulas en cada densidad con el uso de imidacloprid. Según FAO (2001), las cubiertas de polietileno protegen contra la lluvia, y previenen la entrada de insectos.

Por otro lado, la baja producción de plantas trasplantables, observadas en la interacción de la malla y el sistema de producción bajo techo en todas

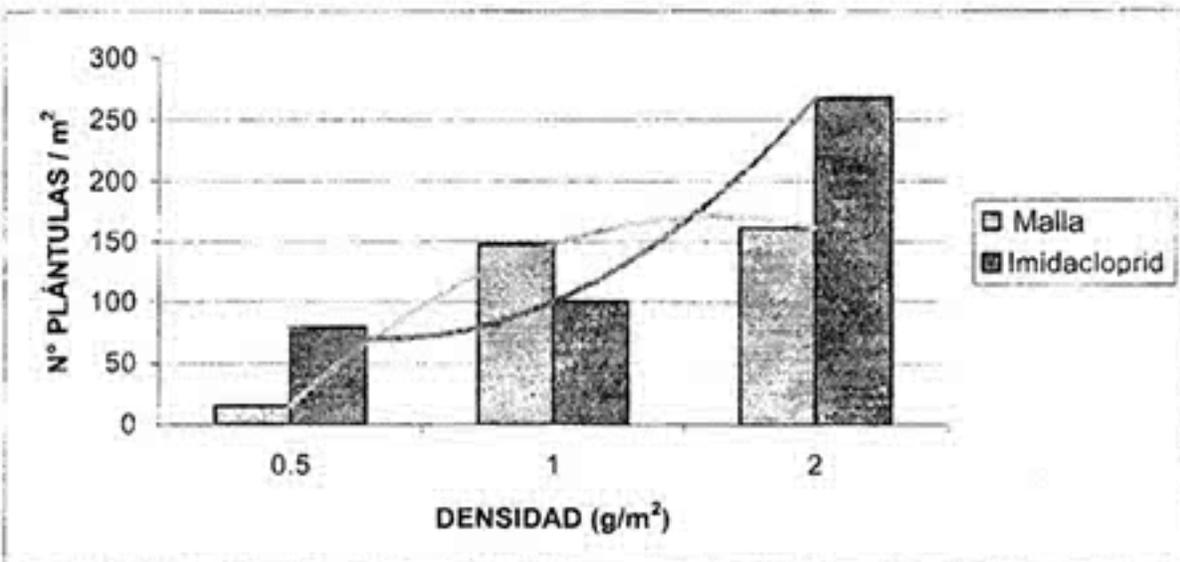


FIGURA 7. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO, EL MÉTODO DE PROTECCIÓN Y EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BAJO TECHO, EN EL NÚMERO DE PLANTAS TRASPLANTABLES DE TOMATE CV. HAISLIP. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

las densidades de siembra, se debió a efectos térmicos indeseables causados por la doble cobertura (microtúnel con malla y techo de polietileno). A pesar de que se presentó poblaciones bajas de *B. tabaci* sobre las plántulas, se observaron los síntomas iniciales de ToYMoV (decoloración foliar apenas perceptible).

Jensen (2001) indica que la temperatura dentro de un invernadero tipo túnel, sigue una curva sinusoidal que aumenta durante las horas más cálidas y disminuye durante las horas más frías.

El aumento de la temperatura interior depende fundamentalmente del tipo de cubierta y de la intensidad de la radiación solar. En días soleados se ha

observado que la temperatura ambiente es de 15° C, la temperatura interna en el túnel de polietileno es el doble.

Gaskell y col. (1987) demostraron que bajo el sistema de producción bajo techo se produce el doble de plántulas trasplantables de cebolla por gramo de semilla sembrada. Sánchez y Serrano (1994) recomendaron el uso de techos de polietileno para incrementar el número de plantas trasplantables en los semilleros de cebolla.

B. Población de *Bemisia tabaci*

El análisis de varianza para sistemas, métodos y densidades, en función de la variable población de moscas blancas (Cuadro 3) reveló diferencias altamente significativas en

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARCIAL PARA LOS FACTORES SISTEMAS, MÉTODOS Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA EN SEMILLEROS DE TOMATE CV. HAISLIP. CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 1996.

F de V	gl	CM
Bloques	1	0.0015
Sistema	1	0.0092
Bloques x Sistema (error a)	1	0.0002
Método	1	0.0315**
Sistema x Método	1	0.0092
Bloque x Sistema x Densidad (error b)	2	0.0009
Densidad	2	0.0273**
Sistema x Densidad	2	0.0069
Método x Densidad	2	0.0245**
Sistema x Método x Densidad	2	0.0152**
Bloque x Sis x Método x Dens. (error c)	8	0.00205

Cv: 60.0%; \bar{X}_p : 0.0754.adultos de mosca blanca/ planta.

** = diferencia altamente significativa

los métodos de protección del semillero y las densidades de siembra ($P < 0.01$), respectivamente. Además, hubo interacción doble entre métodos por densidades y triple entre sistema por método por densidad a un nivel de significancia de 0.01 %.

B.1. Interacción método de protección y densidad de siembra

La interacción método de protección del semillero y la densidad de siembra en la población de moscas blancas (Figura 8) indicó que conforme aumenta la densidad de siembra, el método de protección con malla es más eficiente, lográndose reducir la

población de 0.2 hasta 0.02 insectos/planta.

Además, con densidades de siembra de 0.5 y 1.0 g de semillas/m², el imidacloprid es altamente efectivo, no permitiendo la presencia de mosca blanca sobre las plántulas; sin embargo, existe presencia de 0.12 moscas, cuando se usa 1.0 g de semilla.

Morales y col. (1993) encontraron que la tela de organdí y el control químico con insecticidas son alternativas para el manejo del adulto de mosca blanca. Además, hubo similitudes con relación a la densidad de siembra y en donde estos autores encontraron disminuciones de hasta 50% en la pobla-

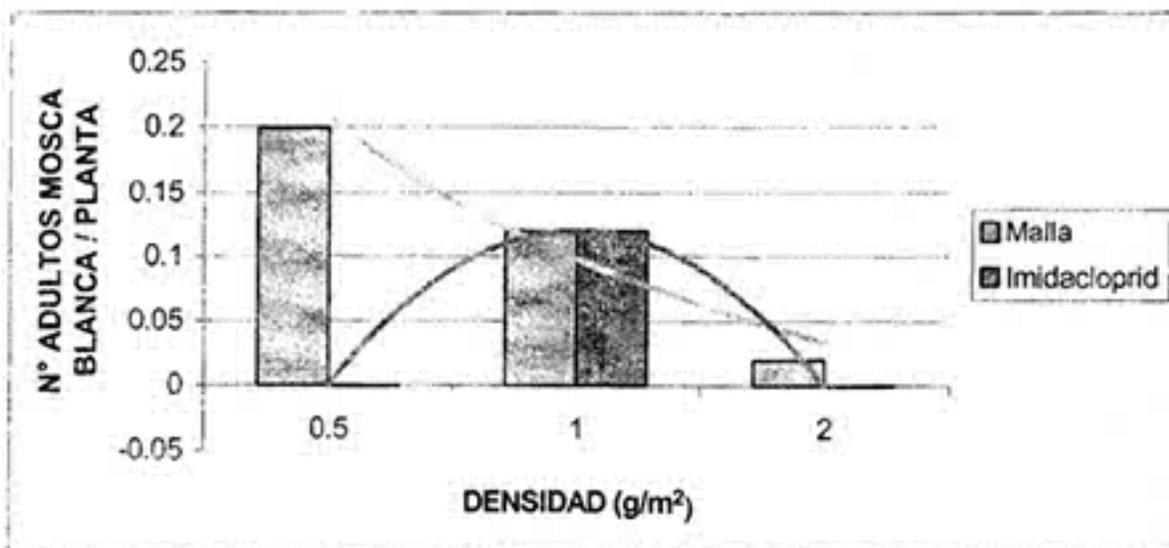


FIGURA 8. EFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO DE TOMATE CV. HAI LIP Y DEL METODO DE PROTECCIÓN, SOBRE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 1996.

ción de adultos del insecto en las mayores densidades. Monzón y Sánchez (1993) encontraron que dos aplicaciones seguidas con imidacloprid causaban la menor severidad de geminivirus transmitido por *B. tabaci*.

Aunque no se ha reportado que 0.1 moscas blancas adultas por planta causen una epidemia de mosaico amarillo (ToYMoV), es potencialmente peligrosa si logra aumentar a 0.3 moscas blancas adultas por planta (Hilje, 1998).

La población reducida de mosca blanca indicó que los métodos de protección fueron eficaces en su manejo,

por lo tanto, contribuyeron a aumentar el número de plantas trasplantables vigorosas, sanas y con buen desarrollo.

B.2. Interacción densidad de siembra, método de protección y sistema de producción en campo abierto

Cuando en campo abierto se usan 0.5 g de semilla/m² en combinación con la malla o con imidacloprid (Figura 9), la población de mosca blanca es cero. Con 1.0 g/m² y malla tiende a aumentar a 0.1 insectos/plántula, mientras que la misma densidad de siembra con imidacloprid no permitió la presencia del insecto. Sin embargo, con la ma-

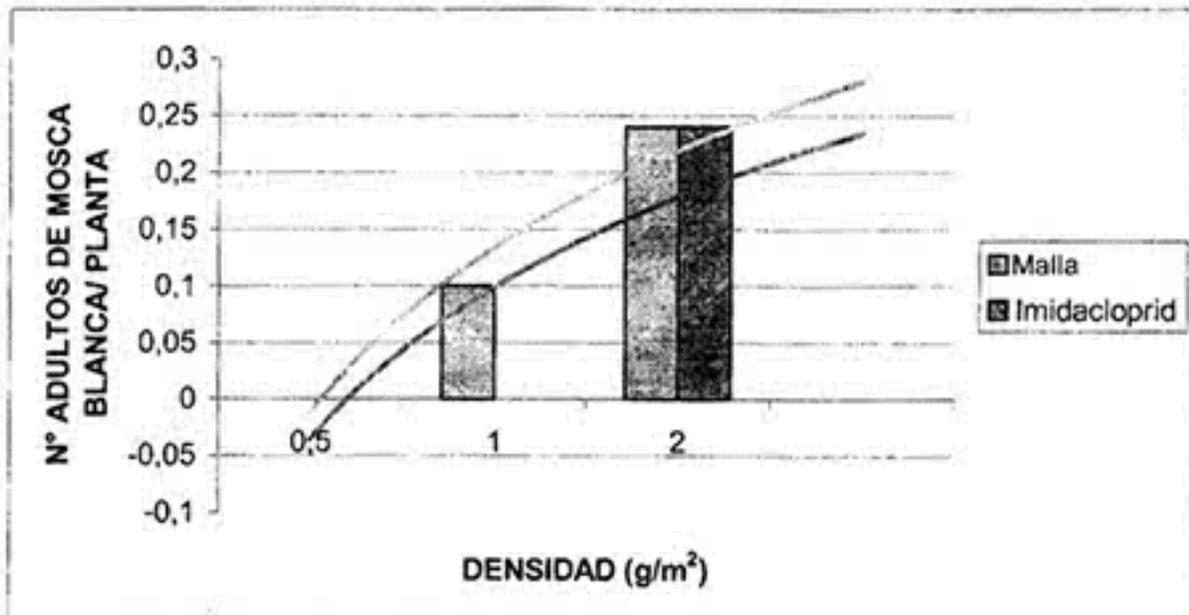


FIGURA 9. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO, EL MÉTODO DE PROTECCIÓN Y EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN CAMPO ABIERTO, EN LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

yor densidad de siembra, ambos métodos de protección permitieron poblaciones de *B. tabaci* de 0.24 insectos/plántula.

Este aumento en la población de *B. tabaci* en las densidades más altas se debe a que hay más superficie foliar de contacto que actúa como si fuera una barrera, obligando a la mosca que entra, a posarse sobre el follaje, proporcionándoles abundante alimento, lo que permitirá su reproducción y repoblación.

Lo observado significa que el sistema de producción en campo abierto y los métodos de protección son prácticas que facilitan el manejo integrado de la mosca en forma efectiva, siempre que se usen densidades de siembra de semillas de hasta 1.0 g/m².

Hilje (1998) indica que se producen plántulas fuertes y libres de geminivirus con el uso de túneles cubiertos con malla fina. Jovel y col. (2000) consideran que la práctica de utilizar semilleros protegidos con malla fina durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, disminuye el riesgo de infecciones virales. Anzola y Lastra (1978) evidenciaron síntomas correspondientes al mosaico amarillo del tomate durante la primera semana después del trasplante en algunas plántulas provenientes de semilleros en campo abierto.

Los resultados permiten decir que la actividad protectora de imidacloprid

en campo abierto depende en gran parte de la densidad de siembra, siendo de 0.5 hasta 1.0 g/m² de semilla, con las que mejor respuesta se produce. Juvera y col. (1998) obtuvieron buen control de huevecillos, ninfas y adultos en campo abierto usando imidacloprid.

B.3. Interacción triple entre la densidad, método y sistema de producción bajo techo

La población de mosca blanca tiende a cero en todas las densidades con el uso de imidacloprid bajo techo (Figura 10). Esto significa que el sistema de producción bajo techo controla mejor el ambiente y, por tanto, contribuye a que el imidacloprid sea altamente efectivo debido a que se prolonga su actividad insecticida por más tiempo.

Carnero y col. (1992), citado por Nuez y col. (1996), indican que uno de los insecticidas más usados en el control de *B. tabaci* es imidacloprid en condiciones de casa de vegetación. Morales y col. (1993) concluyeron que, la efectividad del control químico, esta influenciada por migraciones de adultos de *B. tabaci*, de manera que las bajas poblaciones observadas en el experimento, contribuyeron a mejorar la eficacia de imidacloprid. Anzola y Lastra (1978), indican que el número total de plantas que se enferman durante las etapas iniciales del cultivo está

en relación directa a la población del vector en el área.

Además, el sistema de producción bajo techo funciona, en parte, como una barrera artificial que se opone a la entrada de la mosca la cual es transportada por el viento. Esta función, combinada con imidacloprid y cualquiera de las densidades de siembra, asegura que no exista mosca blanca sobre las plántulas y, por lo tanto, la posibilidad de desarrollar ToYMoV.

El sistema de producción bajo techo suprime parcialmente la entrada de mosca blanca, existiendo la posibilidad de que algunas entren en los túneles de malla, infestando las plántulas, según

aumente la densidad de siembra, lo que está explícito en la Figura 10. Por ende, la malla es el punto débil de estas prácticas de manejo integrado del cultivo, ya que no garantiza las condiciones herméticas requeridas para que las plántulas permanezcan libres de mosca blanca.

La malla es de naturaleza textil no tejida (Balta, 1992), por lo que tiene espacios suficientemente grandes para permitir la entrada de algunas moscas a un ambiente favorable para su alimentación y reproducción. Nucifera (1994), citado por Nuez y col. (1996), recomiendan el uso de mallas de 15 x 15 hilos/cm., hasta 20 x 20 hilos/cm, para evitar la entrada del insecto. Hilje (1998)

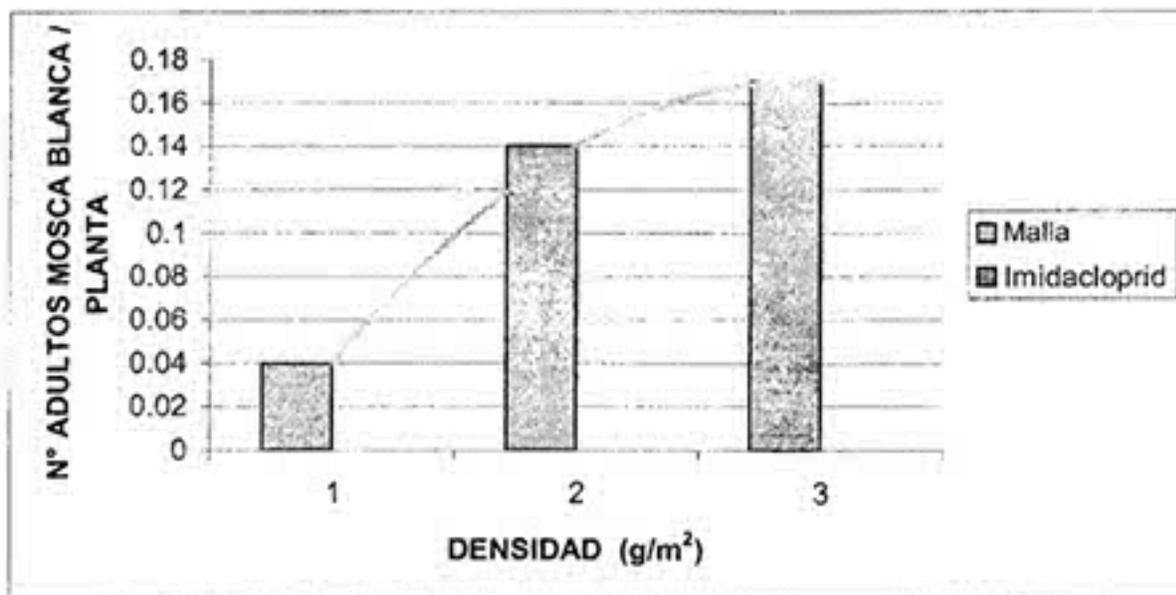


FIGURA 10. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL SEMILLERO, EL MÉTODO DE PROTECCIÓN Y EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BAJO TECHO, EN LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA. RENACIMIENTO, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996.

indicó que densidades muy bajas del insecto potencian pérdidas muy altas en trasplante. Anzola y Lastra (1978) recomiendan el uso de microtúneles cubiertos con malla de nylon fina para evitar la infección de las plántulas.

CONCLUSIONES

- ✕ La presencia de adultos de mosca blanca está estrechamente ligada a las prácticas de manejo integrado del cultivo estudiadas.
- ✕ Las prácticas de manejo integrado del cultivo interactuaron positivamente en el desarrollo y crecimiento vigoroso de las plántulas de tomate y evitó la posibilidad de producir plantas contaminadas por geminivirus transmitido por mosca blanca.
- ✕ No existe mosca blanca en las plantas trasplantables de tomate cuando se combina el sistema de producción de semilleros bajo techo con el uso del insecticida imidacloprid y densidades de 2.0 g de semilla gámica/m².
- ✕ El sistema de producción de semilleros bajo techo contribuyó significativamente en el desarrollo y crecimiento vigoroso de las plántulas.
- ✕ Las prácticas de manejo integrado del cultivo afectan significati-

vamente el número de plantas trasplantables, beneficiando la producción de plántulas con el uso del sistema de producción bajo techo de polietileno y el sistema de protección con imidacloprid.

- ✕ El microtúnel de malla causa efectos benéficos sobre la producción de las plantas cuando se usa en el sistema de producción en campo abierto, debido a su efecto amortiguador de la intensidad de la lluvia.
- ✕ Si el semillero se confecciona dentro del sistema de producción bajo techo y con microtúneles de malla, se pueden perder muchas plantas por la doble cobertura, que elevará la temperatura.
- ✕ La densidad de siembra de 2.0 g de semilla/m² combinadas con el sistema de producción bajo techo y el insecticida imidacloprid contribuyó significativamente en la producción de plantas trasplantables.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, P. K. 1998. Uso de un modelo matemático como herramienta analítica para evaluar la canasta de opciones MIP para *Bemisia tabaci* y los geminivirus. En VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminivirus;

- Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 195.
- ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical* 28 (5): 473-482.
- BALTÁ, J. 1992. Los agrotexiles, un mercado en expansión. *Hortifruticultura* 9: 76-77.
- BATISTA, R.; FELIPE, E. F. 1990. Densidad de siembra y nivel de fertilización en almácigos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 16:115-132.
- CALDERÓN, L. F.; DARDÓN, D.; SALGUERO, V. 1993. Siembra protegida de tomate para evitar enfermedades viróticas. *En* V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón (Eds.). Manejo integrado de plagas en tomate fase I: 1991-1992. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF (Memoria). Guatemala. pp.35 - 38.
- CHICCO, G. 1996. El cultivo de tomate en Venezuela. *Agronomía (Caracas)* 4: 5-26. *En* Densidad de siembra y nivel de fertilización en almácigos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) R. Batista y E. F. Felipe. *Fac. Agron. (Maracay)* 16: 115-132. 1990.
- DUBÓN OBREGÓN, R. E.; SALGUERO NAVAS, V. E. 1993. Relación entre fecha de apareamiento del acolochamiento y rendimiento en tomate. *En* V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón (Eds). Manejo integrado de plagas en tomate fase I: 1991-1992. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. pp.76 - 81.
- FAO. (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN). 2001. Red Hidroponía. Estructuras, materiales y equipos de producción. Capítulo 3. *En* El cultivo protegido en clima mediterráneo (en línea). Consultado 28 de diciembre 2004. Disponible en: www.fao.org/DOCREP/005/586305/s8630soo.HTM
- FUSAGRI (FUNDACIÓN SERVICIO PARA EL AGRICULTOR) . 1983. Tomate, pimentón, ají, berenjenas. Serie Petróleo y Agricultura (3). Cagua, Edo. Aragua. pp. 9-38. *En* Densidad de siembra y nivel de fertilización en almácigos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- GASKELL, M.; SÁNCHEZ, E.; SERRANO, C. 1987. Confección de semilleros de cebolla bajo techo. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Resultados de investigación (No publicado).
- HILJE, L. 1998 Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* y su importancia en la epidemiología de enferme-

- dades virales. En VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminivirus. Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 193.
- HILJE, L.; CUBILLO, D.; SANABRIA, G. 1998. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. En VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminivirus; Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 195.
- IGNATOV, B. 1975. The effects of the pricking out density of seeding on the yield, earliness and quality of some tomato cultivars for early field production. *Gradinarka I Lozarska Nauka. Horticultural Abstracts* 46 (4): 306, 1976.
- JENSEN, M. 2001. Producción hidropónica en invernaderos. Red Hidropónica. Universidad Nacional Agraria La Molina. Boletín Informativo 12, Julio/Agosto 2001 (en línea). Consultado 28 de diciembre 2004. Disponible en: www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin_12.htm
- JOVEL, J.; HILJE, L.; KLEINN, C.; CARTÍN, V.; VALVERDE, B. 2000. Movimientos diarios de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 55: 49-55.
- JUVERA BRACAMONTES, J. J.; ALVAREZ RAMOS M. A.; ROMO AYALA, A. F.; RIVERA LEAL, C. R. 1998. Evaluación de acetamidoprid en el combate de mosquita blanca *Bemisia argentifolii* (B. y P.) con tratamiento al tubérculo de la papa. En VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminivirus. Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 210.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, J.; NAREDO, J. M. 1996. Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos. Fundación Argentaria. Visor Distribuciones. Impreso en España. pp. 296.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, J.; SALINAS, J. A. 2004. Efectos ambientales del sistema de cultivo forzado (en línea). Consultado 28 de diciembre 2004. Disponible en: www.gemes/materiales/document/document/ponen.htm
- MONZÓN, A.; SÁNCHEZ, F.P. 1998. Evaluación de endosulfan e imidacloprid sobre el manejo de mosca blanca y otras plagas del cultivo del tomate *Lycopersicon esculentum* L. En VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminivirus. Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 88.

- MORALES, J. R.; DARDÓN, D. E.; SALGUERO, V. E. 1993. Manejo de semilleros para evitar el daño de mosca blanca. *En* V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón (Eds.). Manejo Integrado de Plagas en Tomate, Fase I: 1991 - 1992. Proyecto MIP-ICTA - CATIE - ARF, Guatemala. pp. 100-105.
- MORALES, J. R.; DARDÓN, D. E.; SALGUERO, V. E. 1993. Efecto de dos densidades de siembra de tomate en la densidad poblacional de mosca blanca. *En* V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón (Eds.). Manejo Integrado de Plagas en Tomate, Fase I: 1991 - 1992. Proyecto MIP-ICTA - CATIE - ARF, Guatemala. pp. 124- 128.
- MORALES, J. R.; DARDÓN, D. E.; SALGUERO, V. E. 1993. Evaluación de insecticidas en el control de mosca blanca en tomate. *En* V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón (Eds.). Manejo Integrado de Plagas en Tomate, Fase I: 1991 - 1992. Proyecto MIP-ICTA - CATIE - ARF, Guatemala. pp. 106- 113.
- NUEZ, VIÑALS, F.; GIL, ORTEGA, R.; COSTA, GARCÍA, J. 1996 El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p. 373.
- ORTEGAARENAS, L. D.; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, C.; GARCÍA VALENTE, F.; VALENCIALUNA, L.; FRACOGUZMÁN, A.; TAMAYO MEJÍA, F. 1998. Implementación de un programa de manejo integrado de la mosquita blanca en hortalizas en Morelos, México. *En* VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Mosca Blanca y Geminivirus. Managua, Nicaragua. (Memoria). p. 216.
- POLSTON, J. E.; ANDERSON, P.K. 1999. Surgimiento y distribución de geminivirus transmitido por mosca blanca en tomate en el hemisferio occidental. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 53: 24-42.
- SALGUERO, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca- virosis. *En* Las moscas blancas (Homoptera: aleyrodidae) en América Central y el Caribe. (Eds.) Hilje, O. Arboleda Informe Técnico (205) (CATIE). 1993. Turrialba, Costa Rica. pp. 20-25.
- SÁNCHEZ, E. 1995 Manual técnico de manejo integrado del cultivo de tomate de mesa en las tierras altas de Chiriquí. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (No publicado). 80 p.
- SANCHEZ, E.; SERRANO, C. 1994. Manual técnico para la producción de cebolla en las tierras altas de Chiriquí. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). p. 47.
- T.P.R. AGR. TECNOLOGÍA PARA A PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA (Consultores). Microtúneles. 2004 (en línea). Consultado 28 de diciembre 2004. Disponible en: w.w.w.tpagro.com/textos/capacitación.htm

ROOTING OF CARRIZO AND TROYER CITRANGE STOCKS, AN ALTERNATIVE FOR THEIR PROPAGATION

The rooting of CTV tolerant Carrizo and Troyer citrange stocks was evaluated using different growth promoters on leafed semi-hardwood stem cuttings, cut before the summer heat flux, from 39 month old plant stocks. The efficacy of three rootings promoters was evaluated: the two reagent compounds NAA - Naphthalene acetic acid and IBA - indol butyric acid (at 0, 5000 and 7500 mg/lit) and the commercial product Radix 10000 (indol-butyric-acid) (at 0, 50 and 75%). Treatments were distributed on the field following a 2³ factorial arrange within a randomized block design. The stocks were maintained within a controlled environment with relative humidity from 95 to 100%, rooting chamber temperature from 24° to 35.8°C and a substrate temperature of 23.8°C at a 10 cm depth. After 56 days from the application of treatments, a general stoke rooting mean of 73% was achieved, with means of 67 and 79% for Carrizo and Troyer citranges, respectively. The rooting efficacy was 82.0, 73.6 and 63.3% for NAA, IBA and Radix, respectively. The best rooting promotor for both citranges was NAA, at the rates of 7500 and 5000 mg/lit, respectively; 100% of rooting with means of 10.4 and 7.8 roots per stock, respectively, were obtained in Troyer; 88 and 96% of rooting with means of 8.9 and 8.0 roots per stock, respectively, in Carrizo. Stake's survival was related to the amount of roots.

KEYWORDS: Stock; vegetative propagation; rooting promotor; citrange; Mexico.

INTRODUCCIÓN

Una de las enfermedades más agresivas que ataca a los cítricos es la producida por el virus de la tristeza de los cítricos (VTC), la cual es responsable de pérdidas de más de 46 millones de árboles injertados sobre el portainjerto *Citrus aurantium* L. (naranja agrio), en el período entre 1930 y 1990, en países como Argentina, Brasil, España, Venezuela, Israel y USA (California y Florida) (Rocha Peña y Peña Del Río, 1992).

En la actualidad, esta enfermedad se encuentra ampliamente diseminada en el Continente Americano, al igual

que su principal vector el *Toxoptera citricida*, Kirkaldy, conocido como pulgón negro, que, sin lugar a dudas, seguirá su diseminación, sobre todo, si se considera que puede ser favorecida por la intensidad de los vientos. Al respecto, Zeyen y Berger (1990) estiman que los áfidos pueden ser transportados hasta 320 km en cuatro horas con vientos de velocidad promedio de 80 km/h.

La medida más práctica para reducir los daños causados por el VTC, es el uso de portainjertos tolerantes como citrange Carrizo, citrange Troyer, Swingle Citrumelo, Citrus Volkameriano y otros, que se propagan por semilla.

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS COMO PORTAINJERTOS (CITRICOS CITRANGE CARRIZO Y TROYER), UNA ALTERNATIVA DE PROPAGACIÓN*

Jaén, Melvin ¹; Villegas M. Angel ²; Arellano, G.³

RESUMEN

Para evaluar los promotores de enraizamiento en estacas de citrange Carrizo y Troyer, portainjertos cítricos tolerantes al virus de la tristeza de los cítricos (VTC), se utilizaron estacas foliadas provenientes de plantas madres de 39 meses de edad, cortadas antes del flujo de verano. Se evaluaron tres productos enraizadores, dos a nivel reactivo: ácido naftalen-acético (ANA) y ácido indol-3-butírico (AIB) a tres niveles: 0, 5000 y 7500 mg/lit y el producto comercial Radix 10000 (ácido indol-3-butírico) (0, 50 y 75%). Se utilizó un diseño factorial 2 x 3 x 3, con arreglo de tratamiento completamente al azar. Después de 56 días de aplicados los tratamientos, las estacas se mantuvieron en un ambiente controlado, con humedad relativa entre 95 y 100%, temperatura promedio dentro de la cámara de 24°C (mínima) y de 35.8°C (máxima) y en el sustrato a 10 cm de profundidad una temperatura de 23.8°C, se obtuvo en promedio general, 73% de estacas enraizadas, con un enraizamiento total de 67% para Carrizo y 79% para Troyer. Se observó una efectividad de enraizamiento de 82% para ANA, 73.6% con AIB y 63.3% para Radix. Los mejores tratamientos fueron: ANA 7500 y 5000 mg/lit, con 100% de enraizamiento, con 10.4 y 7.8 raíces por estacas, respectivamente, en Troyer; en Carrizo, 88 y 96% de enraizamiento, con 8.9 y 8.0 raíces por estacas. La sobrevivencia de las estacas estuvo relacionada con el mayor número de raíces.

PALABRAS CLAVES: Portainjertos; propagación vegetativa; propagación por esqueje; enraizamiento; citrange; México.

* Extraído de uno de tres ensayos de la Tesis de Maestría en Fruticultura. Texcoco, Estado de México, México. 1999.

¹ M.Sc. Fruticultura. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG). e-mail: mjaen_31@yahoo.es

² Dr. Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Estado de México, México.

³ M.Sc. Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Estado de México, México.

Para suplir la demanda de semillas para el establecimiento de nuevas plantaciones, surge la posibilidad de utilizar los métodos de propagación vegetativa como alternativa para ayudar al abastecimiento de portainjertos.

Se han efectuado estudios referentes a la propagación por estacas de diferentes cítricos en varias partes del mundo, obteniéndose diversos resultados de acuerdo a la especie y/o cultivar, fuente enraizadora, concentración del enraizador, época de tratamiento, madurez del segmento vegetativo, presencia o no de hojas y condiciones ambientales.

Existen evidencias que indican que en el grupo de los cítricos hay especies y/o cultivares de fácil y difícil enraizamiento. Así, Fortes y col. (1988) mencionan que el limón Siciliano presenta los mayores niveles de enraizamiento, seguido por la lima Tahití, el cidro Diamante y la tangerina Ponca y con muy bajo nivel, las naranjas Natal, Valencia, tangerina Cravo y el tangor Murcote. Otros no enraizaron como las naranjas Pera y Baianinha.

Por otro lado, Platt y Opitz (1973) reportaron que la mandarina Cleopatra es muy difícil de enraizar y que en California se utiliza como propagador comercial el ácido-3-indol butírico en concentraciones de 3,000 a 8,000 ppm, formulado en talco, para enraizar a la mayoría de los cítricos y de 10,000

ppm, en inmersión rápida para las especies de enraizamiento difícil.

En México se han iniciado investigaciones concernientes a la propagación por estacas de algunos portainjertos tolerantes al VTC. Arellano y col. (1996), durante la época de otoño, evaluaron el enraizamiento de estacas de madera semidura de citrange Carrizo, con 6 a 8 hojas, provenientes de plantas madre de 18 meses de edad y propagadas a partir de semilla. Se aplicó como promotor de raíces el producto comercial Radix 10000 con niveles de 0, 25, 50, 75 y 100%.

A las ocho semanas, Radix a 75% fue el mejor tratamiento, al generar 75% de enraizamiento, con 6.7 raíces por estaca y longitud de 4.6 cm. Los autores concluyeron que factores como la juvenilidad de las plantas madre, los niveles endógenos de auxinas y las condiciones ambientales dentro de la cámara de enraizamiento tuvieron fuerte influencia en los resultados.

Villegas y col. (1996), durante la época de primavera-verano, aplicaron Radix 10000 a niveles de 0, 25, 50 y 75%, a estacas de los portainjertos citrange Troyer y Carrizo con 6 a 8 hojas, provenientes de plantas madre de semilla con 30 meses de edad, para obtener 74% de enraizamiento, 4.8 raíces por estacas en

Carrizo con 50% de Radix 10000 y 66% con 4.06 raíces por estacas, para la formulación de 25% en Troyer.

En ambos trabajos se utilizó una cámara de enraizamiento de 6 x 3 x 1.5 m de largo, ancho y altura, respectivamente, cubierta con polietileno PF800 y un humidificador automático, creando un ambiente con 90% de humedad relativa, temperatura ambiental media de $32^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$, temperatura máxima de $34^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ y temperatura mínima de $18^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$, mientras que en el sustrato a 10 cm de profundidad la temperatura promedio fue de $23^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Sin embargo, Danos y col. (1992) obtuvieron con Carrizo y Troyer, más de 90% de enraizamiento con 6.6 y 6.7 raíces por estaca, respectivamente, con la aplicación de 1.25 ppm de ácido-naftalen acético (ANA) aplicado al sustrato con el riego.

Por lo anterior, se presenta la necesidad de evaluar la respuesta de ambos portainjertos promisorios (Troyer y Carrizo) y la aplicación de diferentes concentraciones de los productos enraizadores.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar tres promotores de enraizamiento en estacas de los portainjertos cítricos citrangeres Carrizo y Troyer.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la época de primavera-verano, bajo condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, Montecillos, Estado de México, México, 1999.

Se utilizó una cámara de enraizamiento de 4.0 m de largo, 3.0 m de ancho y 1.5 m de altura, con una cobertura de polietileno transparente PF800. Como soporte del sustrato se utilizaron cajoneras de madera con dimensiones de 0.70 m de largo y de ancho, y 0.15 m de alto, alambre de malla como fondo, para facilitar el drenaje.

El sustrato estuvo compuesto en un 50% por una mezcla de tierra, consistente en tierra de monte, tierra de hojarasca y arena de río, en proporción de volumen de 1:1:1, con 25% de agrolita y 25% de germinasa (fibra molida de coco), presentándose 63.40% de espacios porosos (EPT), 13.62% de espacios ocupados por aire (EA), 49.78% de capacidad de retención de humedad (RH), 0.65 g/ml de densidad, pH 6.8, 0.19 de conductividad eléctrica, 59% de materia orgánica y 8.5 meq/lit de P-P₀.

Con el auxilio de un humidificador eléctrico manual, se mantuvo la humedad relativa entre 95 y 100%. La

temperatura ambiente dentro de la cámara, en promedio de los 56 días del experimento, registró una temperatura mínima de 24°C, temperatura máxima de 35.8°C y el sustrato de 23.8°C a 10 cm de profundidad.

Como material vegetativo se utilizaron estacas de ramas con crecimiento del año, de madera semidura, con una longitud de 15-20 cm, un grosor de 5-8 mm, 3-4 pares de hojas, de los portainjertos citrange Carrizo y Troyer (híbridos producto del cruce de *Citrus sinensis* L., Osbeck cv. Washington Navel x *Poncirus trifoliata* L., Raf.), tomadas de plantas madres, propagadas a partir de semilla y con cuatro años de edad. Morfológicamente, estos híbridos son prácticamente iguales, pero presentan diferencias en cuanto a comportamiento agronómico. Las varetas se sometieron a inmersión rápida en una solución con captan y colocadas en recipientes térmicos, cubriéndose con un paño de algodón para evitar su deshidratación.

Se determinó el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio (NPK), calcio (Ca) y magnesio (Mg) de las plantas madres, a través del análisis foliar de muestras obtenidas de las estacas al momento de prepararlas. Para determinar el contenido de N foliar se utilizó el método de microkjeldahl, para el P se usó el método colorimétrico de vanadato-molibdeno amarillo (Chapman, 1973), para el Ca y Mg el espectrofotómetro de absorción

atómica y para el K un flamómetro (Bradfield y Spencer, 1965).

Los resultados de los análisis foliares indican que las estacas de Carrizo y Troyer para la época de primavera presentaron niveles altos de K y N y el P, Ca y Mg marcaron un punto óptimo. En cambio, para los materiales recolectados en otoño ambos portainjertos presentaron N, P y Mg en un nivel óptimo, Ca bajo y K en exceso en Carrizo, en tanto que en Troyer fue alto.

Los tratamientos consistieron en dos promotores del enraizamiento a nivel reactivo: ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido naftalén-acético (ANA) en concentraciones de 0, 5000, 7500 mg/lit y el producto comercial Radix 10000 (ácido indol-3-butírico) al 0, 50 y 75%. Para la preparación de los tratamientos con ANA y AIB, se utilizó como disolvente el alcohol y el agua, mientras que para el Radix 10000 se utilizó talco blanco inoloro como agente dispersor del ingrediente activo. Se aplicó por inmersión rápida de la base de la estaca, a la cual se le hicieron tres cortes longitudinales de 2.5 cm de largo.

El diseño experimental utilizado fue un factorial 2x3x3, con arreglo de tratamientos completamente al azar, 18 combinaciones de tratamiento y 25 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Número de estacas enrai-

zadas, número de estacas enraizadas con raíces de primer orden, número de raíces de primer orden con raíces de segundo orden, número de raíces de primer orden con raíces de tercer orden, longitud del sistema radical, amplitud del sistema radical, sobrevivencia. La toma de datos se realizó una sola vez al final del experimento.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico SAS, ejecutando un análisis de varianza para cada variable en estudio a través del procedimiento ANOVA y procediendo a realizar una comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey con una $P < 0.05$, en los análisis que presentaron diferencias significativas entre tratamientos mediante la prueba de F.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 56 días, se observó un promedio general de 73% de estacas enraizadas, con un 67% de enraizamiento para Carrizo y 79% para Troyer, con una efectividad de 82% para ANA, 73.6% para AIB y 63.3% en Radix, presentándose ANA como el enraizador más efectivo para ambos portainjertos, obteniéndose un 77.3% en Carrizo y 86.6% en Troyer.

Se destacaron los tratamientos de 5000 y 7500 mg/lt de ANA con 100%

de enraizamiento en Troyer y 96 y 88% en Carrizo, respectivamente (Cuadro 1, Figuras 1 y 2).

Con respecto al AIB y Radix 10000, se destacan los tratamientos de AIB 5,000 mg/lt y Radix al 75% aplicados a Troyer, con un buen enraizamiento del 96 y 92%, respectivamente, pero no así al ser aplicados a Carrizo, donde se obtuvo tan sólo un 68 y 44% de enraizamiento, respectivamente (Cuadro 2, Figuras 3, 4, 5 y 6).

En general, se obtiene con Troyer una mejor respuesta para cada uno de los productos estimuladores del enraizamiento utilizado, lo cual puede estar influenciado por diferencias varietales y responde al criterio de Ferguson y col. (1985) y Padró y Mulas (1987), quienes estiman que la respuesta al enraizamiento depende de las características genéticas del cultivar.

Raíces de primer orden

Para la variable número de raíces de primer orden por estacas, el análisis de varianza indicó que hay diferencia significativa entre los portainjertos, con una mejor respuesta para Troyer, con relación a Carrizo, los cuales presentaron una media de 4.72 y 4.08 raíces por estaca, respectivamente (Cuadro 1).

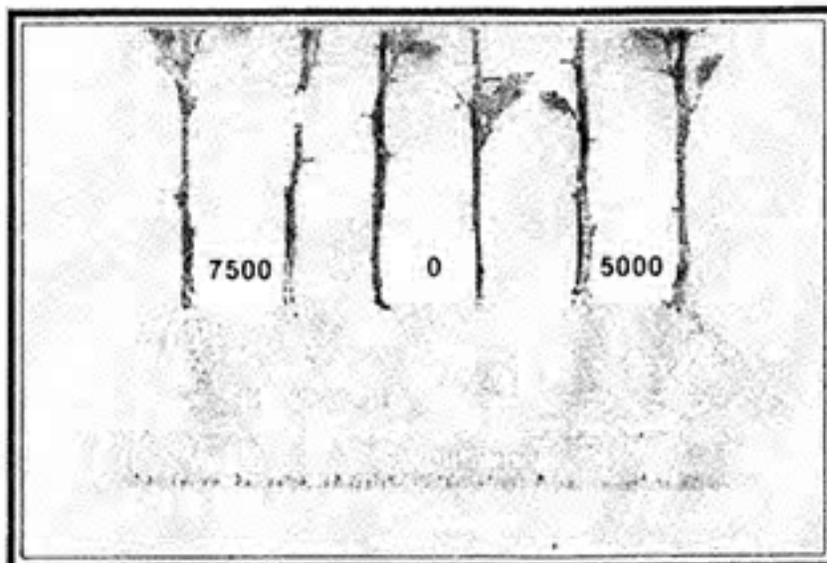


FIGURA 3. Efecto de la aplicación de AIB en el enraizamiento de estacas del portainjerto citrico citrange Troyer, en dosis de 7500, 0 y 5000 mg/lt.

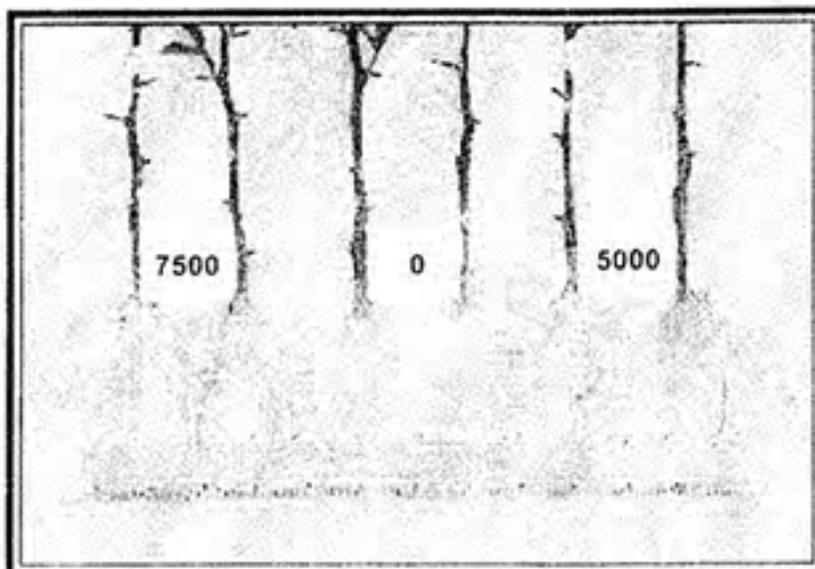


FIGURA 4. Efecto de la aplicación de AIB en el enraizamiento de estacas del portainjerto citrico citrange Carrizo, en dosis de 7500, 0 y 5000 mg/lt.

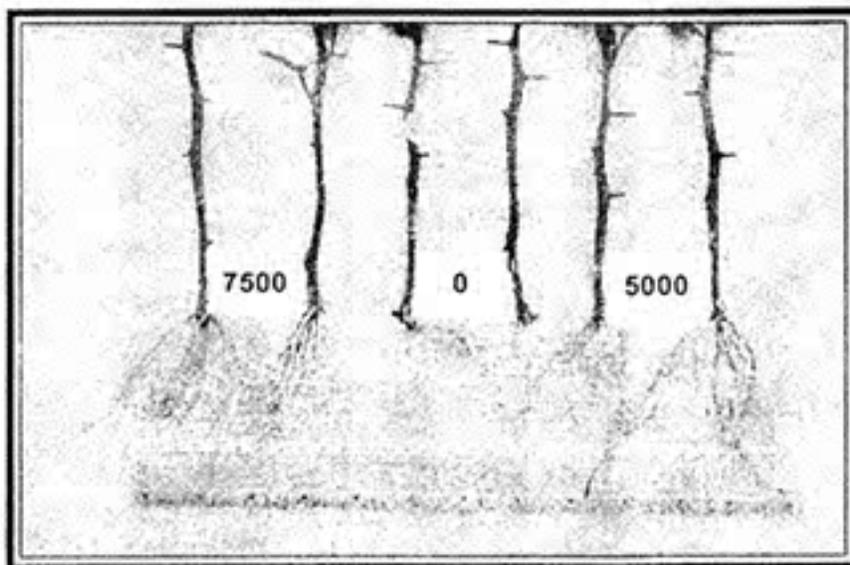


FIGURA 1. Efecto de la aplicación de ANA en el enraizamiento de estacas del portainjerto citrico citrange Troyer, en dosis de 7500, 0 y 5000 mg/lit.

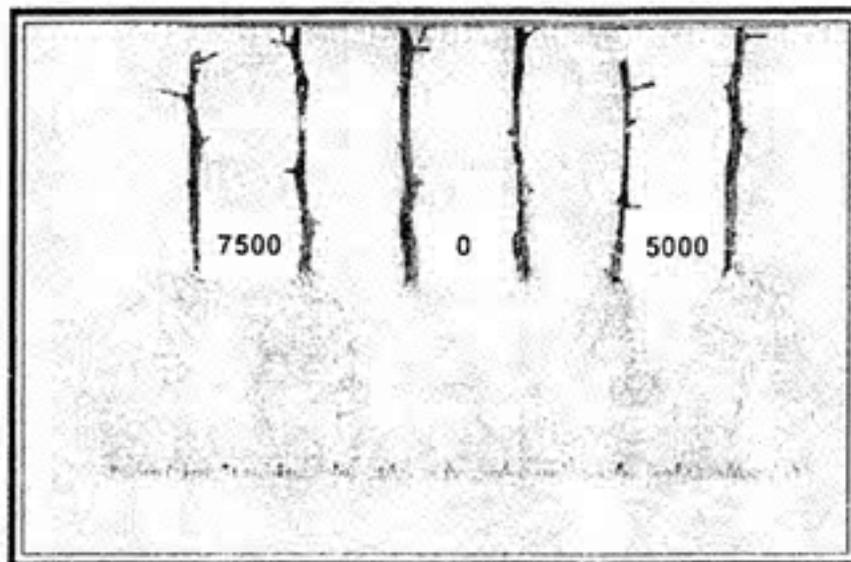


FIGURA 2. Efecto de la aplicación de ANA en el enraizamiento de estacas del portainjerto citrico citrange Carrizo, en dosis de 7500, 0 y 5000 mg/lit.

CUADRO 1. PROMEDIO GENERAL DE RAÍCES DE PRIMER, SEGUNDO Y TERCER ORDEN POR ESTACAS DE ACUERDO A LA INFLUENCIA DEL PORTAINJERTO.

Portainjerto	Promedio de emisión de raíces		
	Primer orden	Segundo orden	Tercer orden
Troyer	4.72 a	3.70 a	1.25 a
Carrizo	4.08 b	2.93 b	0.70 b
	DMSH: 0.6185	DMSH: 0.5538	DMSH: 0.2283

Medias con las misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P > 0.05$.

CUADRO 2. EFECTO DE ANA, AIB Y RADIX 10000 EN EL ENRAIZAMIENTO TOTAL Y EN EL NÚMERO DE RAÍCES POR ESTACA, POR TRATAMIENTO PARA LOS PORTAINJERTOS CITRANGE CARRIZO Y TROYER. ÉPOCA PRIMAVERA-VERANO.

Portainjerto (citrango)	Tratamiento	Enraizamiento %	Promedio de número de raíces de primer orden
Troyer	ANA 7500 mg/lt	100	10.440 a
Carrizo	ANA 7500 mg/lt	88	8.920 ab
Carrizo	ANA 5000 mg/lt	96	8.000 abc
Troyer	ANA 5000 mg/lt	100	7.880 abc
Troyer	Radix 75%	92	5.920 bcd
Carrizo	AIB 7500 mg/lt	84	4.800 cde
Troyer	AIB 5000 mg/lt	96	4.440 de
Troyer	AIB 7500 mg/lt	88	4.080 de
Carrizo	Radix 50%	72	3.960 de
Troyer	Radix 50%	68	3.760 de
Carrizo	AIB 5000 mg/lt	68	3.160 de
Carrizo	Radix 0%	56	2.360 e
Carrizo	Radix 75%	44	2.080 e
Troyer	AIB 0%	60	2.000 e
Troyer	ANA 0%	60	2.000 e
Troyer	Radix 0%	48	1.920 e
Carrizo	ANA 0%	48	1.760 e
Carrizo	AIB 0%	48	1.760 e
			DMSH: 2.5678

Medias con las misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P > 0.05$.

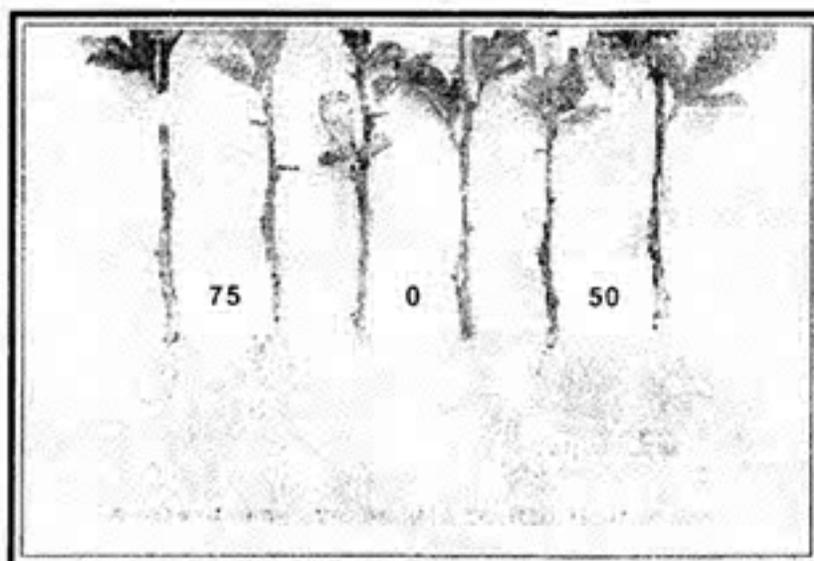


FIGURA 5. Efecto de la aplicación del producto enraizador Radix 10000 sobre estacas del portainjerto citrico citrange Troyer, en dosis de 75, 0 y 50%.

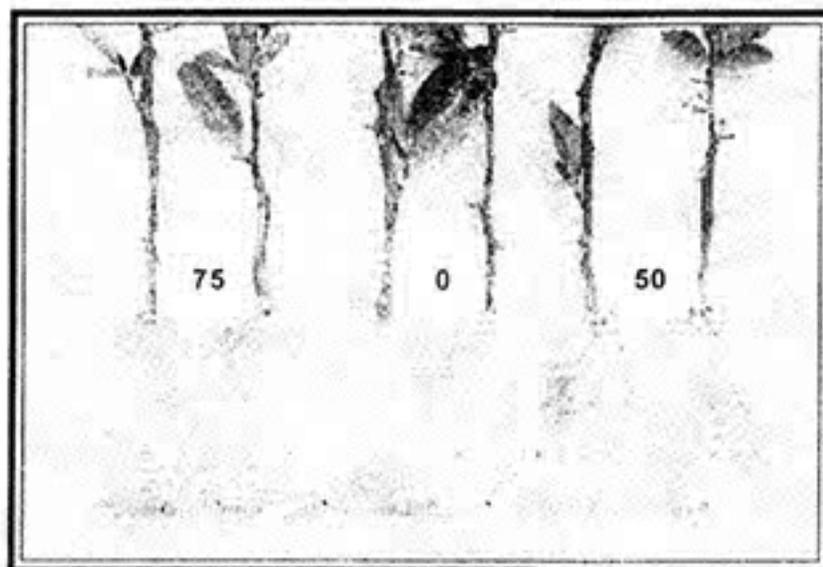


FIGURA 6. Efecto de la aplicación del producto enraizador Radix 10000 sobre estacas del portainjerto citrico citrange Carrizo, en dosis de 75, 0 y 50%.

En lo relativo a los productos promotores de enraizamiento, se encontró de forma general, diferencia en el efecto de ANA con una media de 6.5 raíces por estaca y el obtenido con AIB (3.4) y Radix (3.3) (Cuadro 3), respondiendo a lo expuesto por Danos y col. (1992) de que el tipo de auxina es un factor influyente en la capacidad de enraizamiento de especies cítricas.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$) indica que para la interacción portainjerto-promotor de enraizamiento-concentración, existe diferencia significativa entre las diferentes combinaciones, destacándose la aplicación de ANA 7500 mg/lit en Troyer con 10.4 raíces por estacas, el cual no presenta diferencia significativa con ANA 7500 y 5000 mg/lit en Carrizo, con 8.9 y 8.0 raíces por estacas y con ANA 5000 mg/lit en Troyer, con 7.9 raíces de primer orden por estaca (Cuadro 2).

Villegas y col. (1996), al evaluar el enraizamiento de estacas de citranger Carrizo y Troyer, obtuvieron 74.3% de

enraizamiento y 4.8 raíces por estaca en Carrizo al aplicar Radix 10000 al 50%, lo cual es comparable a los resultados obtenidos al aplicar Radix 50% que fue de 72% de enraizamiento y 5.5 raíces por estaca (Cuadro 2). En cambio, Arellano y col. (1996), a igual concentración, obtuvieron respuesta de 65% de enraizamiento y 5.3 raíces por estaca, pero a concentración de 75% obtuvieron una mejor respuesta con 75% de enraizamiento y 6.7 raíces por estaca.

En lo que respecta a Troyer, Villegas y col. (1996) lograron 65.8% de enraizamiento y 4.06 raíces por estaca con Radix a 25% y a 75% obtuvieron 63.6% y 4.51, respectivamente, siendo superado por los resultados obtenidos con 75% y 50%, los cuales se muestran en el Cuadro 2, con un 92 y 68% de enraizamiento, 6.4 y 5.5 raíces por estaca.

Los datos nos indican que existe diferencias en la respuesta de enraizamiento entre cultivares, lo cual está

CUADRO 3. PROMEDIO GENERAL DE RAÍCES POR ESTACAS POR EFECTO DEL PRODUCTO ENRAIZADOR.

Enraizador	Raíces de primer orden	Raíces de segundo orden	Raíces de tercer orden
ANA	6.5 a	4.91 a	1.07 a
AIB	3.4 b	2.44 b	0.79 a
Radix 10000	3.3 b	2.59 b	1.06 a
	DMSH:0.9065	DMSH:0.8117	DMSH:0.3346

Medias con las misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P > 0.05$.

de acuerdo a la observación de Danos y col. (1992) quienes reportan que el enraizamiento de estacas depende de la especie, así como del cultivar, y está influenciado por el tratamiento hormonal (Ferguson y col. 1985) y la concentración (Danos y col., 1992) lo cual se refleja en la mayor efectividad de ANA, en sus concentraciones de 7500 y 5000 mg/lit sobre el resto de los tratamientos.

Es claro que el porcentaje de enraizamiento y la producción de raíces por estaca es el resultado de la aplicación de productos estimuladores, debido a que todos los tratamientos, con excepción del Radix 75%, superan a los testigos. Debemos considerar que la diferencia encontrada con Arellano y col. (1996) posiblemente se debió a la época de adquisición de las estacas, ya que su trabajo fue realizado en otoño y el presente en primavera, pudiendo darse la influencia de los carbohidratos almacenados.

En la Figura 7 se observa que la respuesta de Carrizo al enraizamiento con la aplicación del ANA se inicia con una media de 50% de enraizamiento, alcanzando un máximo de 96% con 5000 mg/lit, para descender, aunque no significativamente, a 88% con 7500 mg/lit, lo cual indica que altas concentraciones del ANA reducen el enraizamiento en Carrizo, lo cual puede indicar efecto de toxicidad tal como lo reporta Weaver (1984).

Mientras que con AIB, la tendencia a aumentar el enraizamiento se mantiene hasta 7500 mg/lit (84), lo cual nos indica que probablemente se podría incrementar la concentración de AIB y con ello el enraizamiento. Para Radix, se observa que se alcanza un máximo de enraizamiento con el uso de una concentración de 50%, bajando drásticamente su respuesta cuando se emplea al 75%.

En Troyer, la aplicación de ANA en 5000 mg/lit y 7500 mg/lit produce 100% de enraizamiento en comparación con 60% obtenido en el testigo. Con el AIB la mejor respuesta (96%) se logra con 5000 mg/lit y después baja a 88% con 7500 mg/lit. En cambio, con Radix el enraizamiento se inicia con un 50% en el testigo, elevándose a 68% al 50% y a 92% con una concentración de 75% (Figura 7). Presenta una tendencia a elevarse proporcionalmente con la concentración, lo cual hace suponer que en este porta-injerto y la época se puede utilizar el Radix al 100%.

Número de raíces de primer orden con raíces de segundo y tercer orden

Un factor poco considerado en el enraizamiento de estacas es la calidad de las raíces, que podría ser cuantificado por el número de raíces de primer orden y las derivadas que presenten.

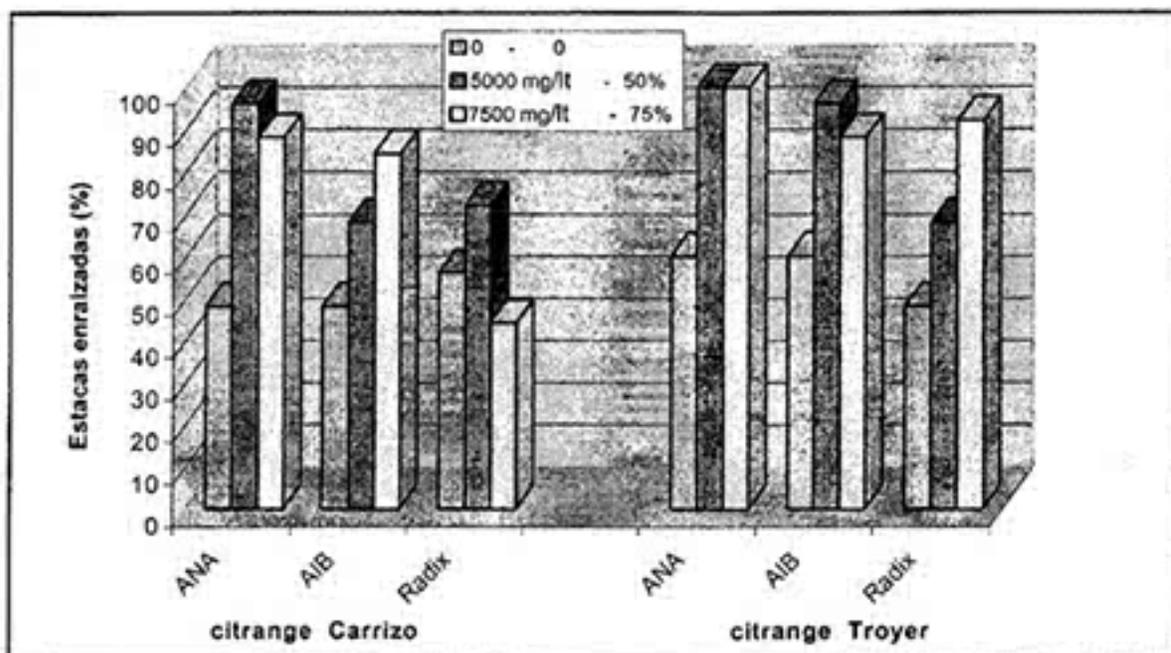


FIGURA 7. Estacas de citrange Carrizo y Troyer enraizadas por efecto de la aplicación de ANA, AIB y Radix 10000.

El análisis de varianza nos indica que para el factor portainjerto existe diferencia significativa entre la respuesta de Troyer con una media de 3.7 raíces con raíces de segundo orden, en relación a Carrizo (media de 3.0 raíces con raíces de segundo orden). Se obtuvo diferencia significativa para el factor enraizador, estableciéndose que de manera general la mayor efectividad es presentada por ANA con una media de 4.9 raíces con raíces de segundo orden, con relación a AIB que presenta 2.4 y Radix con 2.6 (Cuadro 3).

Con respecto a la interacción de los factores portainjerto-producto enraizador-concentración, se observa en el

Cuadro 4, que existe diferencia significativa entre la respuesta presentada por las diversas combinaciones, obteniéndose los mejores resultados en los dos portainjertos, con la aplicación de ANA en ambas concentraciones, sobresaliendo ANA a 7500 mg/l en Troyer con 9.28 y en Carrizo con 6.7 raíces de segundo orden.

En las Figuras 8 y 9 se observa que Carrizo y Troyer presentan un comportamiento similar en la producción de raíces de primer y segundo orden, con mejor respuesta de Troyer. En Carrizo, con ANA y AIB, se presenta la tendencia de au-

CUADRO 4. EFECTO DE ANA, AIB Y RADIX 10000 EN EL NÚMERO DE RAÍCES CON RAÍCES DE SEGUNDO ORDEN EN ESTACAS DE CITRANGE CARRIZO Y TROYER. ÉPOCA PRIMAVERA-VERANO.

Portainjerto (citrango)	Producto enraizador	Concentración	Promedio de raíces
Troyer	ANA	7500 mg/lt	9.28 a
Carrizo	ANA	7500 mg/lt	6.72 a
Troyer	ANA	5000 mg/lt	6.00 b
Carrizo	ANA	5000 mg/lt	5.68 bc
Troyer	Radix	75%	5.20 bcd
Carrizo	AIB	7500 mg/lt	3.84 bcde
Troyer	AIB	5000 mg/lt	3.56 bcde
Carrizo	Radix	50%	3.36 cde
Troyer	Radix	50%	3.12 cde
Troyer	AIB	7500 mg/lt	3.08 cde
Carrizo	AIB	5000 mg/lt	2.36 cde
Carrizo	Radix	0	1.36 de
Troyer	Radix	0	1.28 e
Carrizo	Radix	75%	1.24 e
Carrizo	ANA	0	0.92 e
Carrizo	AIB	0	0.92 e
Troyer	AIB	0	0.88 e
Troyer	ANA	0	0.88 e

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey. $P > 0.05$.

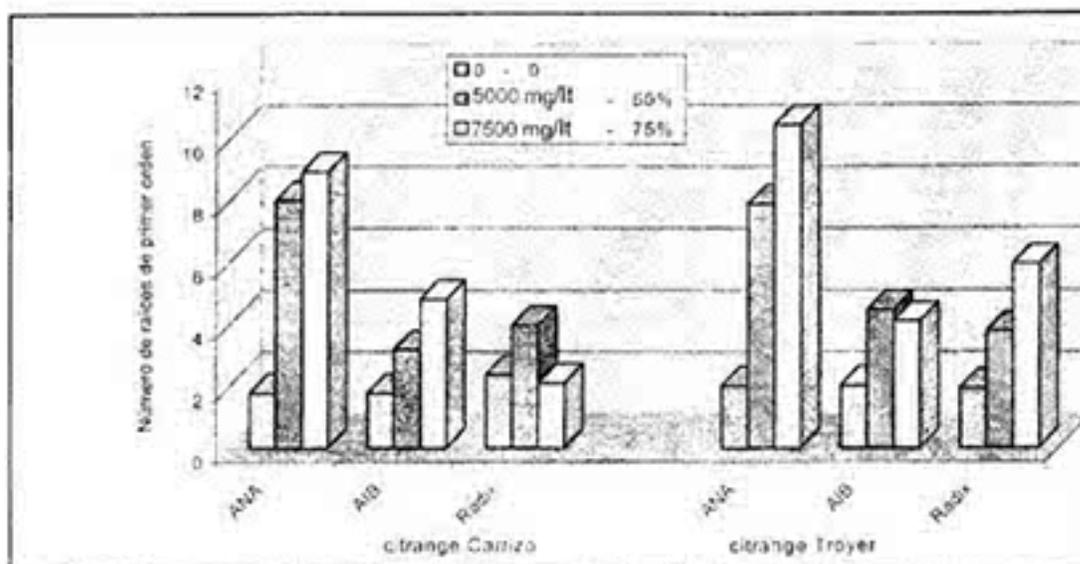


FIGURA 8. Número de raíces de primer orden en estacas de citrange Carrizo.

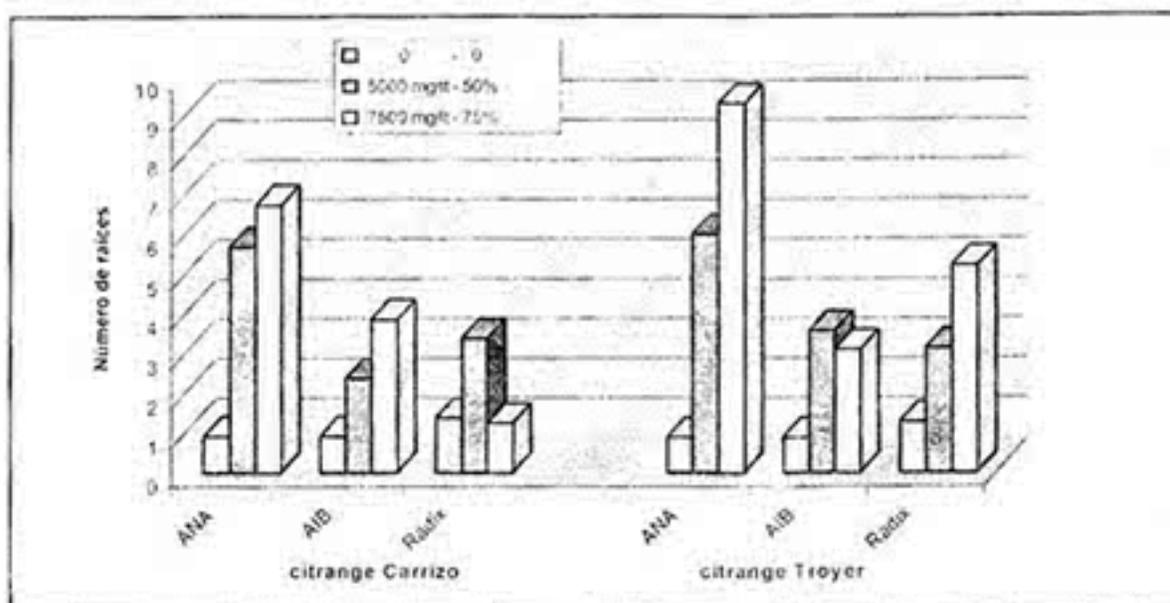


FIGURA 9. Número de raíces de primer orden con raíces de segundo orden en estacas de citrange Carrizo y Troyer, enraizadas por efecto de la aplicación de ANA, AIB y Radix 10000.

mentar el número de raíces al aumentar la concentración de 0 a 7500 mg/lit. En el caso de Troyer, la tendencia es clara para el ANA y Radix, mientras que en el AIB el número de raíces se aumenta con 5000 mg/lit y se disminuye ligeramente con 7500 mg/lit. Lo anterior pone en evidencia el efecto de la concentración de auxina tal como lo señala Danos y col. (1992) y la diferencia que existe entre tipos de auxina y cultivares indicado por Ferguson y col. (1985).

Raíces de primer orden con raíces de tercer orden

Para la variable número de raíces de primer orden con raíces de tercer orden el análisis de varianza nos indica que existe diferencia significativa para el

factor portainjerto, presentando de igual manera a Troyer como el portainjerto con mejor respuesta, al tener una media general de 1.25, con relación a Carrizo con 0.70 raíces, de raíces de tercer orden (Cuadro 1).

La combinación portainjerto-producto enraizador-concentración, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$), se presenta diferencia significativa con las mejores respuestas al aplicar Radix al 75%, ANA a 7500 y AIB a 5000 mg/lit, con 2.84, 2.48 y 1.64 (Cuadro 5). Los mejores resultados son obtenidos en las estacas de Troyer y al igual que en la variable raíces de primer orden con raíces de segundo orden, se observa que a excepción de Radix al 75% en

CUADRO 5. EFECTO DE ANA, AIB Y RADIX 10000 EN EL NÚMERO DE RAÍCES DE PRIMER ORDEN CON RAÍCES DE TERCER ORDEN EN ESTACAS DE CITRANGE CARRIZO Y TROYER.

Portainjerto citrange	Producto	Concentración	Promedio de raíces
Troyer	Radix	75%	2.84 a
Troyer	ANA	7500 mg/lt	2.48 ab
Troyer	AIB	5000 mg/lt	1.64 abc
Troyer	Radix	50%	1.40 bcd
Carrizo	ANA	5000 mg/lt	1.20 cd
Carrizo	AIB	7500 mg/lt	1.16 cd
Troyer	ANA	5000 mg/lt	1.12 cd
Carrizo	Radix	50%	1.04 cd
Carrizo	ANA	7500 mg/lt	1.00 cd
Carrizo	AIB	5000 mg/lt	0.72 cd
Troyer	AIB	7500 mg/lt	0.60 cd
Troyer	AIB	0	0.40 d
Troyer	ANA	0	0.40 d
Carrizo	Radix	75%	0.36 d
Carrizo	Radix	0	0.36 d
Troyer	Radix	0	0.36 d
Carrizo	ANA	0	0.24 d
Carrizo	AIB	0	0.24 d

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P>0.05$.

Carrizo todas las combinaciones superan a los testigos, quedando establecido el efecto de la diferencia varietal y la aplicación de auxinas en la respuesta a la producción de raíces de segundo y tercer orden.

En la Figura 10 se presenta la tendencia de Carrizo y Troyer a la aplicación de ANA, AIB y Radix, para la variable raíces de primer orden con raíces de tercer orden, se establece que las mejores respuestas de forma general corresponden al portainjerto Troyer y que es Radix el que induce un mejor resultado en citrange Troyer.

En Carrizo para AIB se presenta una respuesta de forma ascendente con el aumento de la concentración y para el ANA a 5000 mg/lt y Radix al 50% se alcanza un máximo rendimiento, disminuyendo a una mayor concentración.

Para Troyer, la respuesta con ANA y Radix presenta un comportamiento similar, en ascendencia con la concentración y con el AIB. En cambio, la máxima respuesta se logra con la aplicación de 5000 mg/lt, bajando con 7500 mg/lt y no presenta diferencia significativa con la respuesta del tes-

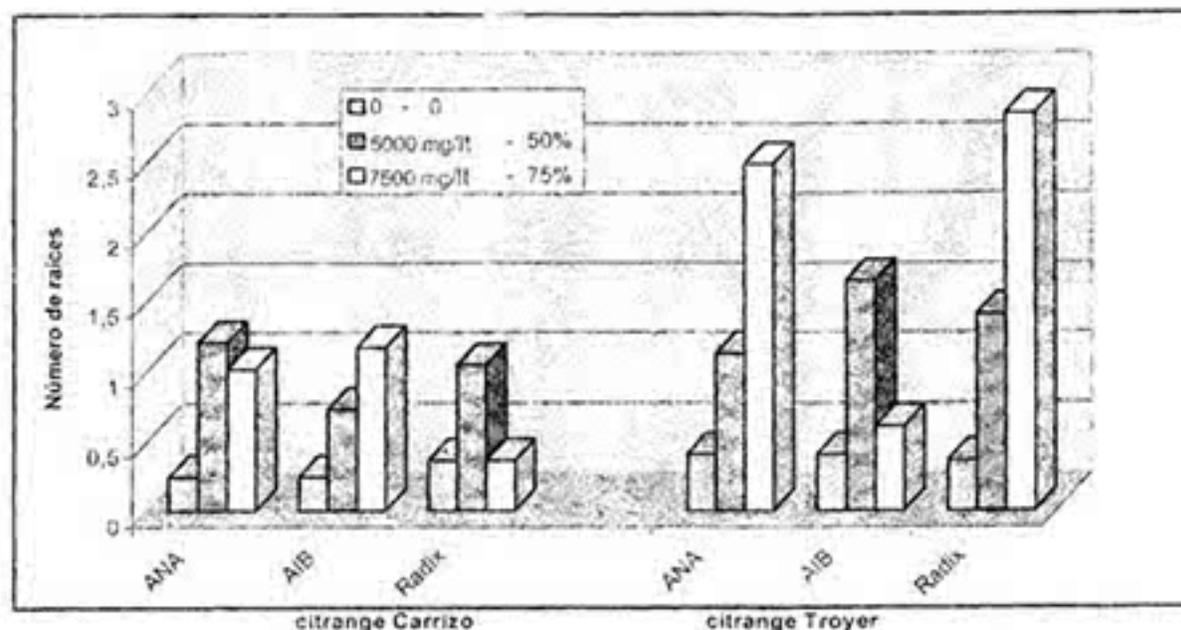


FIGURA 10. Número de raíces de primer orden con raíces de tercer orden en estacas de citrango Carrizo y Troyer, enraizadas por efecto de la aplicación de ANA, AIB y Radix 10000.

tigo. En todo caso, la respuesta va a estar en función del tiempo transcurrido entre la emergencia de las raíces y la cosecha de las estacas enraizadas, de tal forma que, a mayor tiempo se espera obtener mayor cantidad de raíces de tercer orden. Además, influyen el tipo y concentración de auxina.

Longitud y amplitud del sistema radical

La importancia de las variables longitud y amplitud del sistema radical en la calidad del enraizamiento, se debe a que brindarán a la planta la oportunidad de tener mayor área de exploración de las capas fértiles del suelo, un sostén más equilibrado y, al estar más sepa-

radas las raíces, se evitan posibles problemas de atrofiamiento del sistema radical en la etapa de vivero.

Como producto del análisis de varianza de los datos obtenidos para la variable longitud de raíces, se notó que existe diferencia significativa entre la respuesta de los portainjertos, con una mejor respuesta de Troyer y una media de 5.22 cm en comparación con Carrizo, de 3.59 cm, quedando establecida la influencia de la diferencia varietal sobre la respuesta a la variable longitud de raíces (Cuadro 6).

En cuanto a la influencia del factor producto enraizador, se pre-

CUADRO 6. PROMEDIO GENERAL EN LONGITUD Y AMPLITUD DEL SISTEMA RADICAL DE ACUERDO A LA RESPUESTA DEL PORTAINJETO.

Portainjerto	Longitud (cm)	Amplitud (cm)
Troyer	5.22 a	5.36 a
Carrizo	3.59 b	3.89 b
	DMSH:0.5663	DMSH:0.6340

Medias con las misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P > 0.05$.

sentó diferencia significativa entre la respuesta a la aplicación de ANA con un promedio de raíces de 5.2 cm de longitud, en relación a la obtenida con AIB de 4.3 cm y Radix con 3.7 cm (Cuadro 7), quedando también establecida la diferencia en la influencia entre los productos promotores de enraizamiento utilizados en esta prueba.

Para la combinación de los factores portainjerto-producto enraizador-concentración, se presentó diferencia significativa, con una mejor respuesta de 9.3 cm en promedio, obtenida con la aplicación de ANA 7500

mg/lit en Troyer, sin presentar diferencia con la respuesta de las aplicaciones de Radix a 75% (7.59) y AIB a 5000 mg/lit (6.49) en Troyer, pero si con el resto de las combinaciones (Cuadro 8).

Queda establecido que es Troyer el portainjerto de mejor respuesta y ANA el producto enraizador con mayor efecto y que el nivel de auxina que se utilizó no inhibió la elongación de las raíces favoreciendo su desarrollo. Villegas y col. (1996) y Arellano y col. (1996) trabajaron con la aplicación de Radix al 50% y 75% en Carrizo, obtuvieron una mejor respuesta, pero sin superar la presentada por Troyer.

CUADRO 7. PROMEDIO GENERAL EN LONGITUD Y AMPLITUD DEL SISTEMA RADICAL SEGÚN LA INFLUENCIA DEL PRODUCTO ENRAIZADOR.

Producto enraizador	Longitud (cm)	Amplitud (cm)
ANA	5.20 a	5.39 a
AIB	4.30 b	4.68 a b
Radix	3.67 b	3.80 b
	DMSH:0.8299	DMSH:0.9197

Medias con las misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P > 0.05$.

CUADRO 8. LONGITUD Y AMPLITUD DE RAÍCES POR TRATAMIENTO, EN EL ENRAIZAMIENTO DE LOS PORTAINJERTOS CITRANGE CARRIZO Y TROYER. ÉPOCA PRIMAVERA-VERANO.

Portainjerto	Interacción		Longitud del sistema radical (cm)	Amplitud del sistema radical (cm)
	Producto	Concentración		
Troyer	ANA	7500 mg/lt	9.31 a	9.00 a
Troyer	Radix	75%	7.59 ab	7.68 abc
Troyer	AIB	5000 mg/lt	6.49 abc	7.77 ab
Carrizo	ANA	5000 mg/lt	5.94 bcd	6.68 abcd
Troyer	ANA	5000 mg/lt	5.73 bcd	6.62 abcd
Carrizo	ANA	7500 mg/lt	5.58 bcd	5.83 abcde
Carrizo	AIB	7500 mg/lt	5.55 bcd	6.32 abcd
Troyer	AIB	7500 mg/lt	5.03 bcde	5.40 bcdef
Troyer	Radix	50%	4.98 bcde	4.82 bcdefg
Carrizo	AIB	5000 mg/lt	4.48 cdef	4.38 cdefg
Carrizo	Radix	50%	3.87 cdefg	3.84 defg
Troyer	AIB	0	2.97 defg	2.48 efg
Troyer	ANA	0	2.97 defg	2.48 efg
Carrizo	Radix	0	2.30 efg	2.46 fg
Troyer	Radix	0	1.90 fg	1.96 g
Carrizo	ANA	0	1.57 fg	1.71 g
Carrizo	AIB	0	1.57 fg	1.71 g
Carrizo	Radix	75%	1.40 g	2.06 fg

DMSH 3.0344

DMSH 3.3629

Medias con la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativas entre sí, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey, $P > 0.05$.

Con las aplicaciones del producto comercial Radix 10000, se observa que en Carrizo la mejor respuesta es de 3.9 cm obtenido con la aplicación de Radix al 50%, 2.3 cm con el testigo y 1.4 cm con la concentración al 75%. Villegas y col. (1996), al evaluar el efecto de Radix 10000 en Carrizo, obtuvieron el mismo patrón de respuesta, con un promedio de 4.36 cm en el testigo, 5.75 cm al 50% y 4.4 cm con la concentración de 75%, con la diferencia de que sus valores son

mayores. En cambio, la respuesta obtenida por Arellano y col. (1996) no presenta un patrón definido, con 4.7 cm al aplicar Radix a 75%, 2.8 cm con la concentración de 50%, pero con una mayor longitud al aplicar Radix a 25% y con el testigo. Para el portainjerto Troyer, los resultados presentan un comportamiento similar al obtenido por Villegas y col. (1996) con un valor máximo al aplicar Radix a 75% (Cuadro 8).

Para la variable amplitud del sistema radical, se observó que existe diferencia entre la respuesta presentada por Carrizo (3.89 cm) y Troyer (5.36 cm) (Cuadro 6) y no presentó diferencia entre el efecto de ANA (5.39 cm) y AIB (4.68 cm), pero sí con Radix 10000 (3.8 cm) (Cuadro 7).

Para la interacción de porta-injerto-enraizador-concentración, la diferencia es significativa, con los mejores resultados en Troyer con ANA a 7500 mg/lit (9 cm), AIB 5000 mg/lit (7.77 cm) y Radix al 75% (7.68 cm) y en Carrizo, el ANA a 5000 mg/lit (6.68 cm) (Cuadro 8).

Los datos para la variable amplitud del sistema radical presentaron una tendencia similar a la obtenida para la variable longitud. En las Figuras 11 y 12 se observa que para la aplicación del ANA la respuesta en Troyer es en sentido ascendente con la concentración y, en Carrizo, la máxima respuesta es con la aplicación del ANA a 5000 mg/lit.

Para el AIB, la situación se presenta a la inversa que con ANA, de forma tal que en Carrizo los resultados se presentan de forma ascendente con la concentración del producto y en Troyer el máximo rendimiento se observa con AIB a 5000 mg/lit (Figuras 11 y 12).

Y para las aplicaciones de Radix 10000, el patrón de respuesta obtenido en Carrizo es similar al obtenido con ANA, en el cual el máximo rendimiento es con Radix a 50%, con la diferencia de que con ANA el menor valor es con el testigo, y con Radix se presentó al aplicar una concentración de 75%. En cambio, para Troyer la respuesta es en sentido ascendente de acuerdo a la concentración del enraizador.

La mejor respuesta en Troyer y el mayor efecto de ANA, confirman la influencia que tienen en las diversas variables relacionadas con el enraizamiento de estacas de cítricos, factores como la diferencia de genotipo, el tipo de enraizador y su concentración, respondiendo a los criterios expuestos al respecto por Danos y col. (1992), Ferguson y col. (1985) y Platt y Opitz (1973).

Sobrevivencia

Con respecto a la sobrevivencia de las estacas enraizadas, después de dos meses de trasplante a bolsas de polietileno, las mejores respuestas se presentaron en Troyer con ANA a 7500 y 5000 mg/lit, con 100 y 95% de sobrevivencia, respectivamente, así como Radix al 50 y 75% con 100 y 94% de las estacas trasplantadas.

En Carrizo, el resultado más sobresaliente se obtuvo con ANA a

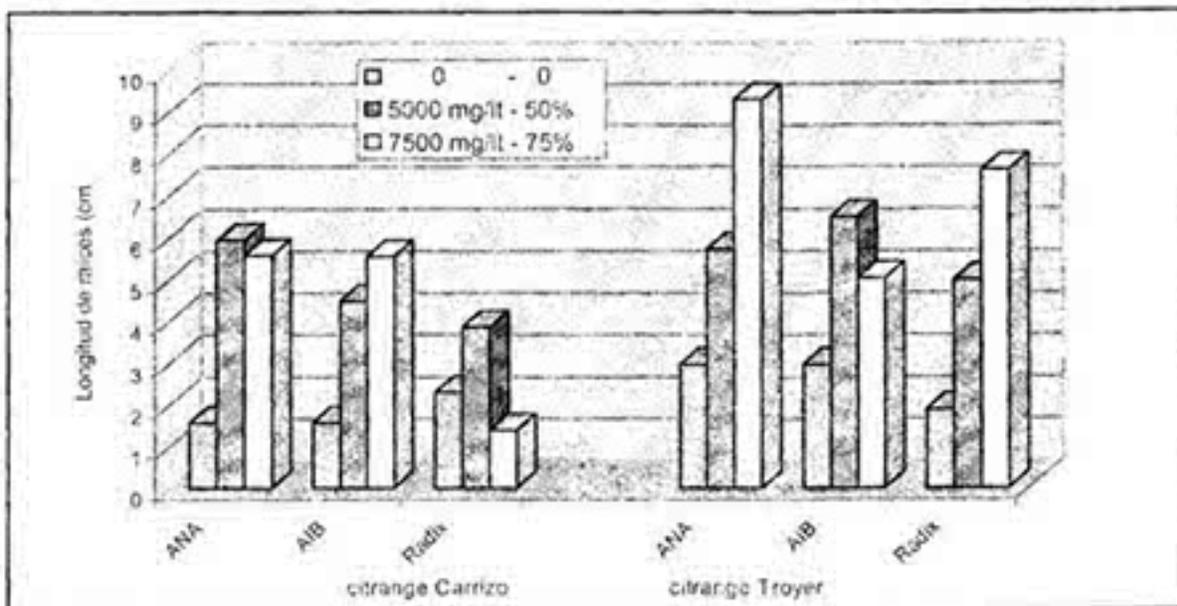


FIGURA 11. Longitud del sistema radical (cm) en estacas de citrango Carrizo y Troyer, enraizadas por efecto de la aplicación de ANA, AIB y Radix 10000.

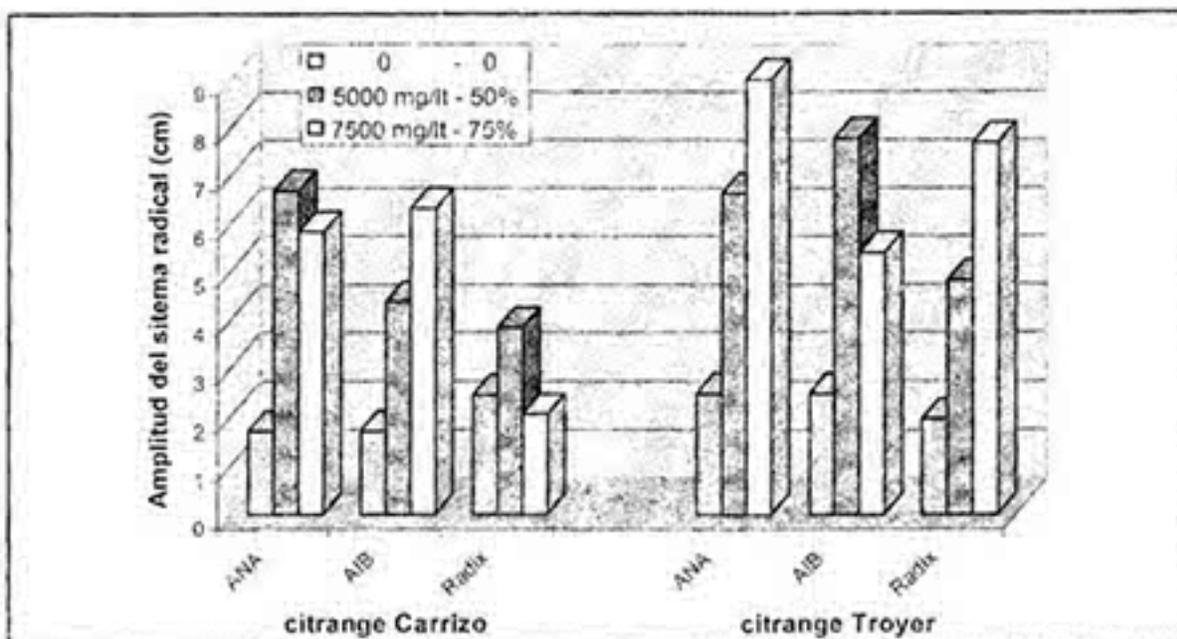


FIGURA 12. Amplitud del sistema radical (cm) en estacas de citrango Carrizo y Troyer, enraizadas por efecto de la aplicación de ANA, AIB y Radix 10000.

5000 y AIB a 7500 mg/lt, con 94 y 84%, respectivamente; por el contrario, el resultado más bajo lo presenta Radix a 75% con 33% de sobrevivencia.

Se observa de forma general que combinaciones con un buen enraizamiento, presentan buena respuesta en sobrevivencia, no así con la aplicación de Radix al 75 % en Carrizo y los testigos, que presentaron un bajo enraizamiento, lo cual puede estar relacionado con la reserva de carbohidratos y responde al criterio de Cheffins (1975) quien considera que la sobrevivencia de las estacas está relacionada con sus reservas de carbohidratos.

CONCLUSIONES

- ◆ Los resultados indican que bajo las condiciones de la cámara de enraizamiento y el sustrato en que se realizó el experimento, citrange Troyer presentó mejor respuesta que citrange Carrizo.
- ◆ El mejor enraizador fue ANA, con una efectividad promedio de 82% de las estacas enraizadas.
- ◆ Los mejores tratamientos fueron ANA 7500 y 5000 mg/lt, con 100% de enraizamiento, 10.4 y 7.8 raíces por estaca, respectivamente en Troyer y en Carrizo, 88 y 96% de enraizamiento, 8.9 y 8.0 raíces por estaca.

- ◆ La mayor sobrevivencia en vivero correspondió a los tratamientos que tuvieron un mayor número de raíces por estaca.
- ◆ De acuerdo a los resultados obtenidos la producción de portainjertos cítricos a partir de la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas, se constituye en una alternativa viable en una situación donde no haya disponibilidad de semilla gámica.

RECOMENDACIONES

- ❖ De los resultados obtenidos se deriva que para el enraizamiento de estacas de los portainjertos cítricos citrange Carrizo y Troyer, se deben considerar aspectos como procedencia de las estacas, utilizar plantas madres en estado juvenil, con buen estado sanitario, adecuado nivel nutricional y buena reserva de carbohidratos en tallos y hojas. Además de prácticas como el uso de estacas con 20 cm de longitud, con 6 a 8 hojas, 2 a 3 heridas longitudinales en la base de la estaca, desinfectadas por inmersión en una solución con fungicida de contacto y aplicación basal de ANA en concentración de 7500 y 5000 mg/lt.
- ❖ Establecerlas en un sustrato con adecuadas condiciones físicas,

que permita una buena aereación y retención de humedad, y con un pH y contenido de Ca que no interfiera con el desarrollo del proceso de enraizamiento.

- ❖ Mantenerlas en una cámara de enraizamiento con 95 a 100% de humedad relativa, temperatura máxima de 35.8°C, mínima de 18 a 24°C, y en el sustrato de 23.8°C.
- ❖ Esto permitirá la obtención de una respuesta de enraizamiento y sobrevivencia superior al 95 %.

BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO OSTOA, G.; VILLEGAS M, A.; ARELLANO H, G. 1996. Enraizamiento de estacas con hojas de citrange Carrizo. *En XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética*. Montecillo, Edo. Méx. p. 36.
- BRADFIELD, E.G.; SPENCER, D. 1965. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops: Determination of magnesium, zinc and cooper by atomic absorption aspectroscopy. *J. Sci. Food. Agr.* 16: 33-38.
- CHAPMAN, H. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. México. Ed. Trillas. 195 p.
- CHEFINS, N.J. 1975. Nursery practice in relation to the carbohydrate resource of leafless harwood cuttings. *Comb. Proc. Inter. Plant Propagators. Soc.* 25: 190-193.
- DANOS, E.; PLATA, M. I.; GAGLIANO, E. E.; MAYDANA, A. I. 1992. Vegetative propagation of citrus rootstock and scion cultivar by rooting of stem cuttings. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 321-322.
- FERGUSON, J.; YOUNG, M.; HALVORSON, J. 1985. The propagation of citrus rootstocks by stem cutting. *Proc. Flo. State Hort Soc.* 98: 39-42.
- FORTES, V. B.; ALVES DS., R.; SALIBE, A. 1988. Enraizamiento de estacas de diferentes especies de citros. *En IX Congreso Brasileiro de Fruticultura*. pp. 367-373.
- PADRO, A.; MULAS, P. 1987. Influencia del tratamiento con ácido 3- indol-butírico en el enraizamiento de estaquillas de clones de *Populus deltoides*.
- PLATT, R. G.; OPITZ, K. W. 1973. Propagation of citrus. *In W. Reuther (ed). The Citrus Industry*. Vol.III. Univ. Calif. Berkeley. pp. 1-47.
- ROCHA PEÑA, M.; PEÑA DEL RÍO, M. 1992. Situación actual del virus de la tristeza de los cítricos

- y su vector, el áfido *Toxoptera citricida*, en América. Revista Mexicana de Fitopatología 10 (2): 96-102.
- VILLEGAS, M. A.; ARELLANO, O., G.; ARELLANO, G.; ROBLES, A. 1996. Enraizamiento de estacas de los portainjertos citrange Carrizo y Troyer. Colegio de Postgraduados. En IV Simposio Internacional y Primer Taller Regional sobre Sistemas de Producción en Cítricos. Tuxpan, México. pp. 100-103.
- WEAVER, R. J. 1984. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Coutin Agustín. Ed. Trillas. México. 622 p.
- ZEYEN, R.J.; BERGER, R.H. 1990. Is the concept of short retention timer of aphid-borne non persistent plant viruses sound? Phytopathology 80: 769-771.

**INVENTARIO DE LOS PARASITOIDES DE *Liriomyza* spp.
(DIPTERA: AGROMYZIDAE) EN PAPA. CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ,
PANAMÁ. 2002-2003.***

Tomás A. Araúz C.¹; Juan A. Bernal Vega²

RESUMEN

Cada año son considerables las pérdidas en los niveles de producción de papa en Cerro Punta; además, en cada ciclo de cultivo es variable el valor agregado que resulta de controlar las plagas y enfermedades, por lo que se ubicaron tres sectores con producción de papa, Guadalupe, Entre Ríos y Cerro Punta centro, donde se colectaron folíolos de papa, para luego criar en el laboratorio del IDIAP en Cerro Punta con el propósito de identificar especies de Himenóptera parasítica de *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) durante un año. Los resultados demostraron que las especies más abundantes en orden decreciente durante los doce meses de muestreo fueron: *Oenonogastra microrhopalae* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae), *Chrysocharis ignota* Hansson (Hymenoptera: Eulophidae), *Opius dimidiatus* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), *Diglyphus websteri* Crawford (Hymenoptera: Eulophidae) y *Opius* sp. cerca a *mandibularis* Gahan. Además, se concluyó que los niveles de parasitismo promedio fueron de $21.5 \pm 17.1\%$ en Guadalupe, de $36.2 \pm 37.3\%$ en Entre Ríos y $45.0 \pm 44.8\%$ en Cerro Punta centro. Aproximadamente, el 73.3% (de 697 parasitoides) emergieron de las pupas, mientras que el 26.7% restante fueron ectoparasitoides larvales.

PALABRAS CLAVES: *Liriomyza* spp.; parasitoides; *Solanum tuberosum*; niveles de parasitismo; Cerro Punta; control natural.

**INVENTORY OF PARASITOIDS OF *Liriomyza* spp. (DIPTERA: AGROMYZIDAE)
ON POTATO, CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2002-2003.**

Every year there are considerable losses at level of potato production in Cerro Punta. Within cultivation cycle is variable the added value that is resulting of controlling plagues and illnesses. So that were located three sectors dedicated to potato production, in Guadalupe, Entre Ríos and Cerro Punta center. Potato leaves were collected and samples were cultivated in the laboratory of the IDIAP in Cerro Punta and parasitoid species of Hymenoptera that infect *Liriomyza* spp. were identified (Diptera: Agromyzidae), during one year. The results demonstrated that the most abundant species in decreasing order during the twelve months of sampling were: *Oenonogastra microrhopalae* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae), *Chrysocharis ignota* Hansson (Hymenoptera: Eulophidae), *Opius dimidiatus* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), *Diglyphus websteri* Crawford (Hymenoptera: Eulophidae) and *Opius* sp. near to *mandabularis*

* Extraído de la tesis de Licenciatura en Biología, Chiriquí, Panamá.

¹ Lic. en Biología, con especialización en Biología Animal, e-mail: tomasarauz@yahoo.es.

² Ph.D. en Ciencias Naturales. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: aaaa@gmx.net.

Gahan. It also was concluded that the levels of parasitism average were $21.5 \pm 17.1\%$ at Guadalupe, $36.2 \pm 37.3\%$ at Entre Ríos and $45.0 \pm 44.8\%$ at Cerro Punta center. Approximately, 73.3% (of 697 parasitoids) they emerged of the pupae, while 26.7% of the rest were larvals ectoparasitoids.

KEYWORDS: *Liriomyza* spp.; parasitoids; potatoes; parasitism levels; Cerro Punta.

INTRODUCCIÓN

Desde inicios de 1990 a la fecha, se ha informado que la mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) es uno de las principales causantes de la prematura destrucción, total o parcial, de cultivos importantes en Cerro Punta (Obaldía, 1999; Morales y col., 1994; González, 1990). A nivel regional y local, los cultivos mayormente afectados fueron: papa, apio, remolacha, lechuga, cebolla, zanahoria, tomate, habichuela, pimentón, ornamentales, melón, repollo, maíz, ají dulce y sandía (Geraud-Pouey y col., 1997; Acosta y Cave, 1994).

El género *Liriomyza* contiene más de 300 especies ampliamente distribuidas en el nuevo y el viejo mundo (Parrella, 1987; Spencer, 1973). Geográficamente, *L. trifolii* (Burgess) está presente en Ontario Canadá (McClanahan, 1983), Estados Unidos (Spencer, 1989; 1973, Parrella, 1982; Harris y Tate, 1933), México (Spencer, 1989), Colombia y Perú (Minkenberg y van Lenteren, 1986). *L. sativae* Blanchard tiene igualmente una amplia distribución desde Estados Unidos

hasta América del Sur y el Caribe y se considera que su foco endémico es Florida (Spencer, 1965). *L. huidobrensis* (Blanchard) está presente mayormente en la parte occidental de las Américas, desde California hasta Chile. California se considera su foco de endemismo (Murphy y LaSalle, 1999).

En el nuevo mundo, *Liriomyza* spp. se ha caracterizado ampliamente como polífaga y es capaz de extender su presencia a nuevas áreas geográficas (Wilkinson, 1999, citado por Murphy y LaSalle, 1999). Por lo tanto, en Cerro Punta los cultivos pueden verse afectados por una o varias especies de la mosca minadora. De las especies de *Liriomyza* del nuevo mundo, Acosta y Cave (1994), identificaron tres especies en el sur de Honduras, *L. commelinae* (Frost), *L. marginalis* (Malloch) y *L. sativae* Blanchard.

En Panamá Korytkowsky (1990) identificó tres especies: *L. sativae*, *L. huidobrensis* y *L. trifolii*. Esta última ha reemplazado a *L. sativae* en Florida y California en los últimos 30 años (Spencer, 1989).

El manejo de *Liriomyza* spp. ha sido un tópico de intensiva investigación y debate científico en los últimos 30 años. Se han empleado grandes cantidades de químicos sintéticos e insecticidas naturales en el control de *Liriomyza* (Waterhouse y Norris, 1987; Minkenberg y van Lenteren, 1986). Muchas investigaciones se realizan con los químicos más comúnmente empleados por pequeños productores y los de gran escala para la industria (Waterhouse y Norris, 1987; Minkenberg y van Lenteren, 1986), ya que ha disminuido la efectividad de los insecticidas por su uso indiscriminado. Estas intensivas aplicaciones posiblemente tienen un impacto negativo en los enemigos naturales, mientras que la mosca minadora desarrolla resistencia a estos productos (Waterhouse y Norris, 1987).

Existen también otras estrategias de manejo de esta plaga, entre las que se pueden mencionar, por ejemplo: el uso de trampas amarillas con pegamento, mejoramiento en la resistencia de las plantas. Los agromyzidos minadores son conocidos por tener ricas comunidades de enemigos naturales, particularmente en sus áreas de origen y se invierte anualmente en el mundo buena cantidad de dinero para aumentar el control biológico en las casas de vegetación y en el control biológico en el campo con insectos parasitoides (Minkenberg y van Lenteren, 1986). Dada esta situación, se realizó esta investigación con el propósito de inven-

tariar la diversidad de parasitoides de *Liriomyza* spp. en tres localidades de Cerro Punta, determinar la abundancia relativa de los parasitoides y establecer los niveles de daño foliar causados por *Liriomyza* spp. en papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidades de muestreo

El muestreo consistió en dos giras mensuales en las siguientes localidades de Cerro Punta: Entre Ríos (1870 msnm, 8°54'27" latitud Norte y 82°34'56.9" longitud Oeste), en la Estación Experimental del IDIAP en Cerro Punta centro (1956 msnm, 8°51'5.4" latitud Norte y 82°34'10" longitud Oeste) y en Guadalupe (2014 msnm, 8°51'57.7" latitud Norte y 82°33'37.7" longitud Oeste) (Figura 1). El muestreo fue realizado entre agosto de 2002 a julio de 2003.

En cada localidad se tomaron 50 plantas de papa al azar y de cada planta un foliolo, los cuales se colocaron en bolsas plásticas transparentes. Las muestras se transportaron al laboratorio del IDIAP de Cerro Punta, en donde se procedió a revisar cada foliolo al microscopio estereoscópico y se registró el total de minas (rastros dejados por la larva de *Liriomyza* en el mesófilo de la hoja) activas, abandonadas y el número de larvas (vivas o muertas por otras causas). Luego las muestras fueron colocadas en platos petri. Las

revisiones para el registro de la emergencia de los parasitoides se realizó cada tres a cinco días.

Identificación de especímenes

Posteriormente, las moscas minadoras (*Liriomyza* spp.) identificadas hasta nivel de género (Borror y col. 1990, Muñoz, 2001) y los parasitoides fueron identificados cuando éstos alcanzaron su estado adulto. La identificación se realizó con la guía para la identificación de los parasitoides de *Liriomyza* en Centroamérica, publicada por Acosta y Cave (1994), la clave preliminar para la identificación de los

parasitoides de *Liriomyza* en Costa Rica por Hanson (1990) y el manual de los géneros del nuevo mundo de la familia Braconidae, editado por Wharton y col. (1997). En la Universidad de Frankfurt, Alemania, se realizaron microfografías electrónicas a los especímenes en estudio, las cuales contribuyeron a la identificación final.

Para calcular el porcentaje de parasitismo de *Liriomyza* se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Parasitismo} = \left(\frac{\Sigma \text{Ptoides}}{\Sigma \text{Ptoides} + \Sigma \text{Liriomyza}} \right) \times 100$$

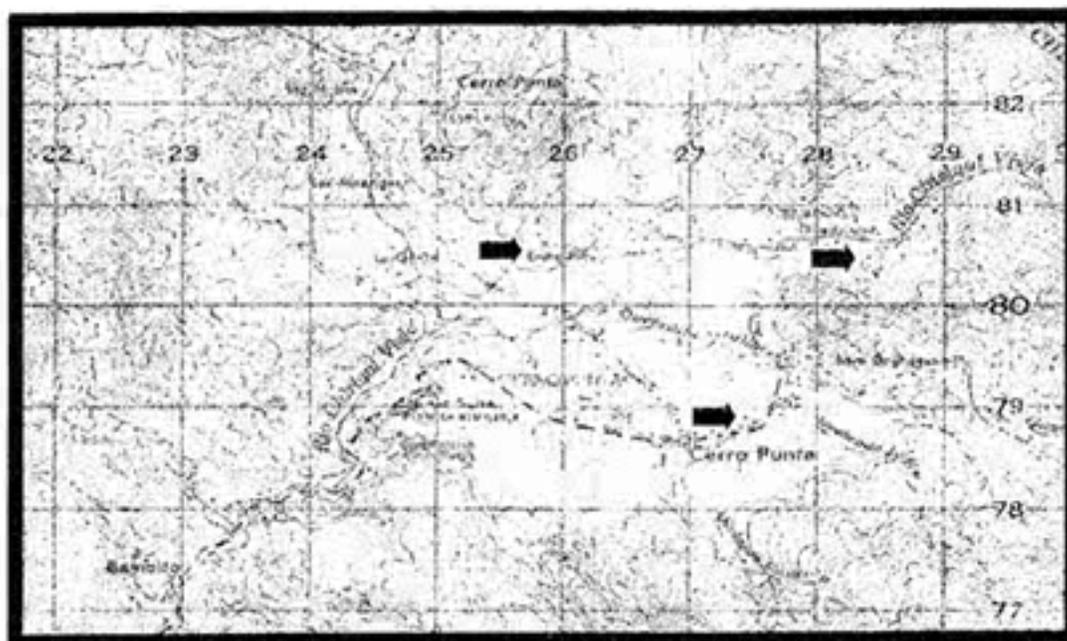


FIGURA 1. Localidades de muestreo de los parasitoides de *Liriomyza* spp. en papa en Cerro Punta, Panamá. (A: Cerro Punta centro, B: Entre Ríos, C: Guadalupe). Hoja No. 3642 I IGNTG.

Niveles de Parasitismo

En Guadalupe, Entre Ríos y la Estación Experimental del IDIAP, desde agosto 2002 a julio 2003, se realizaron 23 muestreos por localidad. Para la emergencia de los parasitoides se esperó de 10 a 20 días y después, mediante observaciones al estereoscopio, se registró la siguiente información:

1. Larvas sanas y muertas por otras causas (activas y de coloración clara).
2. Larvas parasitadas (por ectoparasitoides).
3. Pupas sanas (*Liriomyza* en el interior de las minas).
4. Pupas parasitadas (melanizadas y con microhimenópteros).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario de los parasitoides

De los 697 parasitoides encontrados en larvas y pupas de *Liriomyza* spp. recolectadas en folíolos de papa de las tres localidades muestreadas, se identificaron siete especies pertenecientes a los géneros *Oenonogastra*, *Opius* (Hymenoptera: Braconidae), *Diglyphus* y *Chrysocharis* (Hymenoptera: Eulophidae) (Cuadro 1). La identificación a nivel de especie en el género *Diglyphus* resultó difícil, debido a la ausencia de una clave con elementos microscópicos determinantes, para lo que se empleó las descripcio-

nes realizadas por Acosta y Cave (1994) y las micrografías electrónicas del espécimen. *O. microrhopalae* se encontró en todas las localidades muestreadas (Cuadro 2). *D. isaea* y *O. dissitus* se encontraron en 24.1 y 7.2% de abundancia, respectivamente. El 3.3% restantes correspondieron a *C. ignota*, *O. dimidiatus*, *D. websteri* y *Opius* sp. (Cuadro 1). Las especies *D. websteri*, *O. dimidiatus*, *Opius* sp. cerca a *mandibularis* no ha sido informada antes en Cerro Punta. De estas tres últimas especies, la más común fue *O. dimidiatus*, con cuatro individuos identificados. El número de parasitoides dependió del número de *Liriomyza* spp. en el cultivo como de los porcentajes de parasitismo.

Los meses de mayor abundancia de los parasitoides más frecuentemente encontrados fueron de agosto de 2002 a enero y de abril a mayo de 2003 para *O. microrhopalae*, aunque su abundancia promedio varió en todo el año entre 38.0 ± 45.0 ($n = 456$). Esto se debió, posiblemente, a la disponibilidad de alimento en los meses antes mencionados. Para *D. isaea* fue posible obtener especímenes todo el año, excepto en el mes de junio, probablemente esto se debió a la ausencia de fuentes alimenticias del área durante el muestreo. Para *O. dissitus* los niveles mayores fueron encontrados en agosto y de enero a febrero. Únicamente en septiem-

CUADRO 1. PARASITOIDES DE *Liriomyza* spp. EN EL CULTIVO DE PAPA EN CERRO PUNTA, PANAMÁ. 2002 - 2003.

TAXA	2002					2003					Total (%)			
	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M		J	J	
BRACONIDAE														
<i>Oenogastra microrhopalae</i>	63	38	89	19	156	27	14	6	12	20	6	6	456	65.4
<i>Opius dissitus</i>	16	0	2	1	0	5	11	2	3	4	1	5	50	7.2
<i>Opius dimidiatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	4	0.6
<i>Opius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1
EULOPHIDAE														
<i>Diglyphus isaea</i>	10	13	19	13	4	14	60	13	16	1	0	5	168	24.1
<i>Diglyphus websteri</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
<i>Chrysocharis ignota</i>	1	0	0	1	0	13	0	1	1	0	0	0	17	2.5
Total	91	52	110	34	160	59	85	24	32	26	8	16	697	100.0

CUADRO 2. PRESENCIA DE LOS PARASITOIDES DE *Liriomyza* spp. CRIADOS EN FOLIOLOS DE PAPA EN LAS TRES LOCALIDADES MUESTREADAS EN CERRO PUNTA, PANAMÁ, 2002-2003.

		BRACONIDAE						EULOPHIDAE					
		<i>O. microthopalae</i>		<i>O. dissitus</i>		<i>O. dimidiatus</i>		<i>D. isaea</i>		<i>D. websteri</i>		<i>C. ignota</i>	
		CP	ER	G	CP	ER	G	CP	ER	G	CP	ER	G
2002													
	A	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+
	S	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	O	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	N	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	D	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2003													
	E	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	F	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
	M	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	A	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-
	M	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	J	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
	J	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-

CP: Cerro Punta centro, ER: Entre Ríos, G: Guadalupe, +: se encontró, -: no se encontró.

CUADRO 2. PRESENCIA DE LOS PARASITOIDES DE *Liriomyza* spp. CRIADOS EN FOLIOLOS DE PAPA EN LAS TRES LOCALIDADES MUESTREADAS EN CERRO PUNTA, PANAMÁ, 2002-2003.

		BRACONIDAE						EULOPHIDAE					
		<i>O. microthopalae</i>		<i>O. dissitus</i>		<i>O. dimidiatus</i>		<i>D. isaea</i>		<i>D. websteri</i>		<i>C. ignota</i>	
		CP	ER	G	CP	ER	G	CP	ER	G	CP	ER	G
2002													
	A	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+
	S	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	O	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	N	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	D	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2003													
	E	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	F	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	M	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	A	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-
	M	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	J	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	J	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-

CP: Cerro Punta centro, ER: Entre Ríos, G: Guadalupe, +: se encontró, -: no se encontró.

bre y diciembre no se pudieron obtener especímenes de esta especie (Cuadro 1).

En general, la mayor cantidad de parasitoides durante el estudio se observaron de agosto a diciembre de 2002 (Figura 2). Pero es necesario hacer la observación de que este resultado es un sesgo causado por *O. microrhopalae*, ya que la misma fue más abundante para los meses de agosto a diciembre de 2002. Sin embargo, las especies, *D. isaea*, *O. dissitus*, *C. ignota* fueron más abundantes para los meses de enero a julio de 2003.

De los 697 parasitoides identificados en el laboratorio, se encontró que la localidad con mayor presencia de parasitoides durante el estudio fue Entre Ríos (51.5%), seguido de Guadalupe (30.4%) y Cerro Punta centro (18.1%) (Cuadro 3). En otros estudios sobre la diversidad de parasitoides en otras plagas, por ejemplo, en mosca blanca, en donde se observó un comportamiento similar en lugares con frecuente aplicación de insecticidas, se observaron menos parasitoides que en áreas con menos cantidad de aplicaciones (Bernal, 2001).

Según Dowell (1990), los parasitoides y las pupas dentro del insecto hospedante como los adultos de vida libre, suelen ser susceptibles a los plaguicidas. Los meses con mayor presencia de parasitoides fueron desde

agosto a octubre y de diciembre a febrero (Figura 2).

Se determinó que las especies más abundantes durante el estudio, pertenecen a la familia Braconidae y otros menos frecuentes a Eulophidae. Al contrario, Obaldía (1999) encontró mayor abundancia de Eulophidae y menor de Braconidae, ocurriendo algo similar en otros estudios (Geraud-Pouey y col., 1997; González, 1990). La diferencia podría estar en la duración de los muestreos (este estudio duró 12 meses, el de Obaldía, menos de seis meses).

Durante el período de investigación en el área de Cerro Punta, de las siete especies de parasitoides identificadas en las tres localidades, se encontró un ámbito entre dos y cinco especies. Fueron Guadalupe y Cerro Punta centro las localidades en donde se identificó el mayor número de especies. Específicamente, se identificaron seis especies en cada localidad. En la localidad de Entre Ríos se lograron obtener cuatro especies de parasitoides (Cuadro 2).

Se encontró una mayor diversidad de parasitoides de *Liriomyza* (siete especies) con respecto a lo informado en Cerro Punta por Morales y col. (1994) (cuatro especies) y lo documentado por Obaldía (1999) en la misma área (tres especies), quien informó como parasitoide más abundante a *D. begini*.

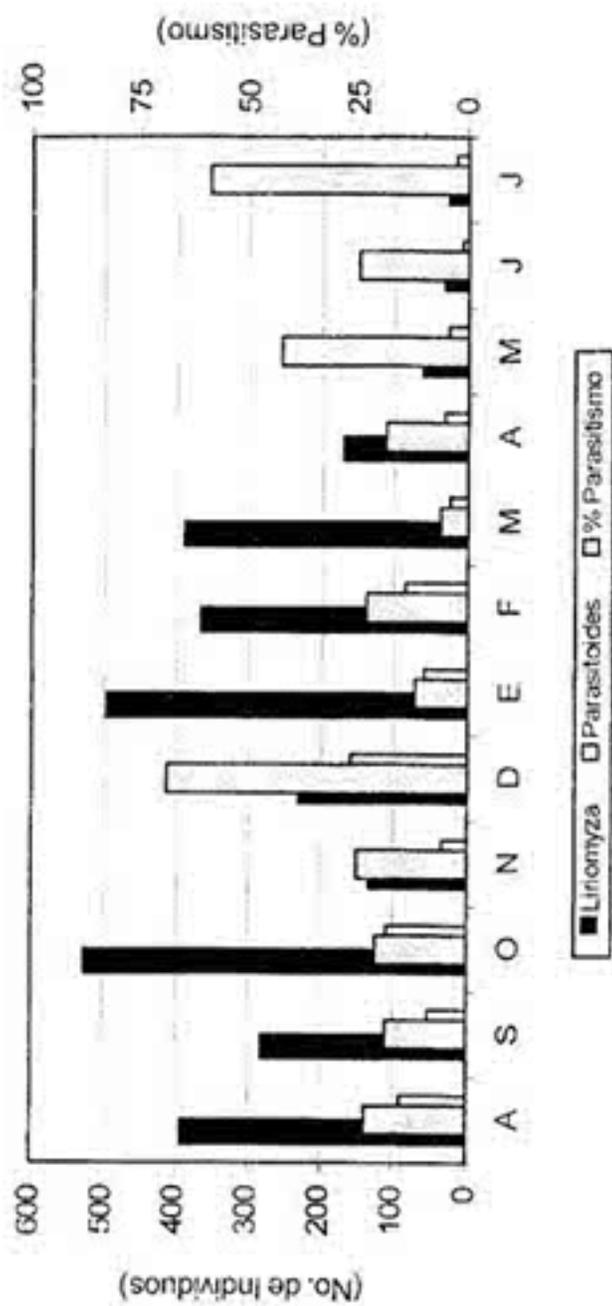


FIGURA 2. Abundancia de *Liriomyza* spp., sus parasitoides y porcentaje de parasitismo en papa, en Cerro Punta. Agosto 2002 – Julio 2003.

CUADRO 3. NÚMERO DE PARASITOIDES SEGÚN TIPO PARASÍTICO Y NÚMERO DE ESPECIES POR LOCALIDAD EN MUESTREOS REALIZADOS EN CERRO PUNTA, 2002-2003.

	Guadalupe			Entre Ríos			C. P. Centro			Total
	Enp. ²	Ecp. ³	Ecp. ³	Enp. ²	Ecp. ³	Ecp. ³	Enp. ²	Ecp. ³	Ecp. ³	
N° Ptides ¹	148	64	33	326	33		37	89		697
N° de especies de Ptides	3	3	2	2	2		4	2		7
	O. m.	D. i.	D. i.	O. m.	D. i.		O. m.	D. i.		D. i.
	O. ds.	D. w.	C. i.	O. ds.	C. i.		O. ds.	C. i.		C. i.
	O. dm.	C. i.					O. dm			
(%)	21.2	9.2	4.7	46.8	4.7		5.3	12.8		100.0

Ptides¹: Parasitoides. Enp.²: Endoparasitoides coinobiontes (511 individuos). Ecp.³: Ectoparasitoides larvales (186 individuos). O. m.: *Oenonogastra microrhopalae*. O. ds.: *Opius dissitus*. O. dm.: *Opius dimidiatus*. O. sp.: *Opius* sp.. D. i.: *Diglyphus isaea*. D. w.: *Diglyphus websteri*. C. i.: *Chrysocharis ignota*

González (1990) señala la presencia de *D. begini* y *O. dissitus*, siendo que es poca la información; no existe evidencia de *C. ignota*, *O. dimidiatus* Ashmead. En Honduras, Acosta y Cave (1994) identificaron 25 especies de parasitoides en varios cultivos y malezas. En el plano mundial, Murphy y LaSalle (1999) documentaron 77 especies de parasitoides de *Liriomyza*.

Este estudio representa un aumento considerable en número de especies que se documentan como parasitoides de *Liriomyza* en papa en Cerro Punta. Únicamente se conocían los niveles de abundancia en un periodo no mayor de tres meses y el estudio más reciente (Obaldía, 1999) informa únicamente la existencia de tres especies de parasitoides en papa.

De las especies de parasitoides encontradas se destacan *O. microrhopalae* y *D. isaea* como posibles candidatos en la implementación de un programa de control biológico (PCB), debido a la cantidad de parasitoides obtenidos, la abundancia en todo el año y su presencia en las tres localidades muestreadas. Murphy y LaSalle (1999) han documentado que se han obtenido buenos resultados con *D. isaea*. No existe información sobre programas con *O. microrhopalae*. Por lo que debería implementarse en el PCB, en Cerro Punta, el continuar investigando sobre los posibles beneficios que

brinda *O. microrhopalae*. Debería utilizarse no únicamente una sola especie como *D. isaea*, según lo recomendado por Murphy y LaSalle (1999), sino un complejo de especies con variados comportamientos como los que se encontraron en Cerro Punta, durante esta investigación.

Niveles de parasitismo

En Guadalupe, Entre Ríos y Cerro Punta centro, se encontraron siete especies de parasitoides de *Liriomyza* spp. Se observaron niveles de parasitismo promedio de $21.5 \pm 17.1\%$, $36.2 \pm 37.3\%$ y $45.0 \pm 44.8\%$ en las tres localidades mencionadas anteriormente. Aproximadamente, el 73.3% emergieron de las pupas mientras que el 26.7% restante fueron ectoparasitoides larvales (Cuadro 3).

En la determinación del tipo de parasitismo que atacan a *Liriomyza* spp., se encontró la existencia de dos variantes en las formas de control e invasión parasítica, en las tres localidades muestreadas. La más abundante en número de microhimenópteros y el número de especies fue el endoparasitismo coinobionte (con 511 individuos), en la localidad de Cerro Punta centro, sitio donde también se crió la mayor diversidad de especies.

Los parasitoides coinobiontes sólo parasitan temporalmente su hospedero y este continúa su desarrollo por un

tiempo variable luego de ser parasitado. Mientras que en la localidad de Guadalupe, se encontraron tres especies y se crió la mayor diversidad de especies de ectoparasitoides larvales (Cuadro 3).

Los mayores porcentajes de parasitismo de *Liriomyza* spp. se encontraron en Guadalupe en los períodos desde abril a julio, en Entre Ríos de octubre de 2002 a enero y en mayo de 2003, en Cerro Punta centro entre octubre y noviembre, y de enero a marzo, además de mayo (Cuadro 4). En esta localidad se obtuvo el ámbito medio más elevado de parasitismo por foliolo. Esta duración en los porcentajes de parasitismo posiblemente pudo ser afectado por la edad del cultivo y la disponibilidad de hospedantes (*Liriomyza* spp.) para los parasitoides. Un análisis de la literatura indica que los parasitoides de Agromyzidos son polívoros pero algunos pueden tener un hábitat específico, lo que explica, el por qué ellos pueden estar preparados ante repentinas invasiones de minadores (Murphy y LaSalle, 1999).

De manera general, los folíolos con mayor nivel de daño causados por larvas de *Liriomyza* spp. fueron los recolectados en la localidad de Guadalupe (Cuadro 5). En los folíolos de las localidades de Entre Ríos y Cerro Punta centro, se encontró un promedio de larvas muy similar. Se considera que si en un cultivo la presencia

de larvas es superior al 30% debe aplicarse larvicidas específicos para *Liriomyza* spp. (Geraud-Pouey y col., 1997). Por parte de los propietarios de cultivos, la definición del daño es visual y casi siempre concluye con la aplicación de insecticidas (Guerra,).

En el período de investigación, las poblaciones de los estadíos inmaduros de *Liriomyza* spp. estuvieron presionadas por la distribución de las poblaciones de los parasitoides (Cuadro 5). La persistencia de los parasitoides se debió posiblemente a la abundancia de alimento, tanto de néctar en las flores para los adultos como de larvas donde ovipositar. La pronta obtención de los nutrimentos es valioso en el establecimiento de comunidades específicas de parasitoides (Murphy y LaSalle, 1999). Se encontraron tres especies de parasitoides en las tres localidades muestreadas durante la mayor parte del año, esto pudo afectar la abundancia y diversidad de individuos de *Liriomyza*, a lo largo de la investigación.

Clave para la identificación de los parasitoides

Para la determinación de los parasitoides de *Liriomyza* en Cerro Punta, se confeccionó una clave dicotómica hasta nivel de especie, esta información fue compilada de varios autores (Wharton y col., 1997; Acosta y Cave, 1994; Hanson, 1990). La clave está respaldada con ilustraciones morfológicas

CUADRO 4. PORCENTAJES DE PARASITISMO DE *Liriomyza* spp. POR LOCALIDAD EN EL CULTIVO DE PAPA EN CERRO PUNTA, PANAMÁ. 2002-2003.

Localidad	2002						2003					
	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Guadalupe	30.6	16.2	5.6	13.8	5.5	15.1	4.4	1.5	52.2	39.2	42.9	31.3
Entre Ríos	32.6	0**	54.3	100*	88.7	75.0	8.8	12.6	5.6	57.1	0**	0**
C.P. Centro	0**	9.3	100.0	100*	0**	2.4	96.7	100*	6.2	66.7	10.5	42.9
% Total	23.2	18.4	21.3	25.4	69.0	11.9	23.2	6.6	17.7	42.6	25.0	59.3

*: Únicamente emergieron parasitoides. **: Cero *Liriomyza* y cero parasitoides.

CUADRO 5. LARVAS, PARASITOIDES Y PORCENTAJE DE PARASITISMO DE *Liriomyza* spp. EN PAPA, EN GUADALUPE, ENTRE RÍOS Y CERRO PUNTA CENTRO. 2002 - 2003.

Lugar	Larvas [§] /hoja (Media±DS)	Ptdes. [¶] /hoja (Media±DS)	% Ptismo. [*] (Media±DS)	Parasitoides criados
Guadalupe (n = 212)	1.2 ± 0.9	0.2 ± 0.2	21.5 ± 17.1	130 <i>Oenonogastra microrhopalae</i> 15 <i>Opius dissitus</i> 3 <i>Opius dimidiatus</i> 49 <i>Diglyphus isaea</i> 1 <i>Diglyphus websteri</i> 14 <i>Chrysocharis ignota</i>
Entre Ríos (n = 359)	0.9 ± 0.8	0.4 ± 0.5	36.2 ± 37.3	299 <i>Oenonogastra microrhopalae</i> 27 <i>Opius dissitus</i> 31 <i>Diglyphus isaea</i> 2 <i>Chrysocharis ignota</i>
C.P. centro (n = 126)	0.9 ± 1.0	0.1 ± 0.2	45.0 ± 44.8	27 <i>Oenonogastra microrhopalae</i> 8 <i>Opius dissitus</i> 1 <i>Opius dimidiatus</i> 1 <i>Opius</i> sp. 88 <i>Diglyphus isaea</i> 1 <i>Chrysocharis ignota</i>

§: Larvas de *Liriomyza* spp., ¶: Parasitoides, *, % de Parasitismo, DS: Desviación estándar.

de las estructuras externas de los parasitoides. Las mismas son micrografías de barrido efectuadas en la Uni-

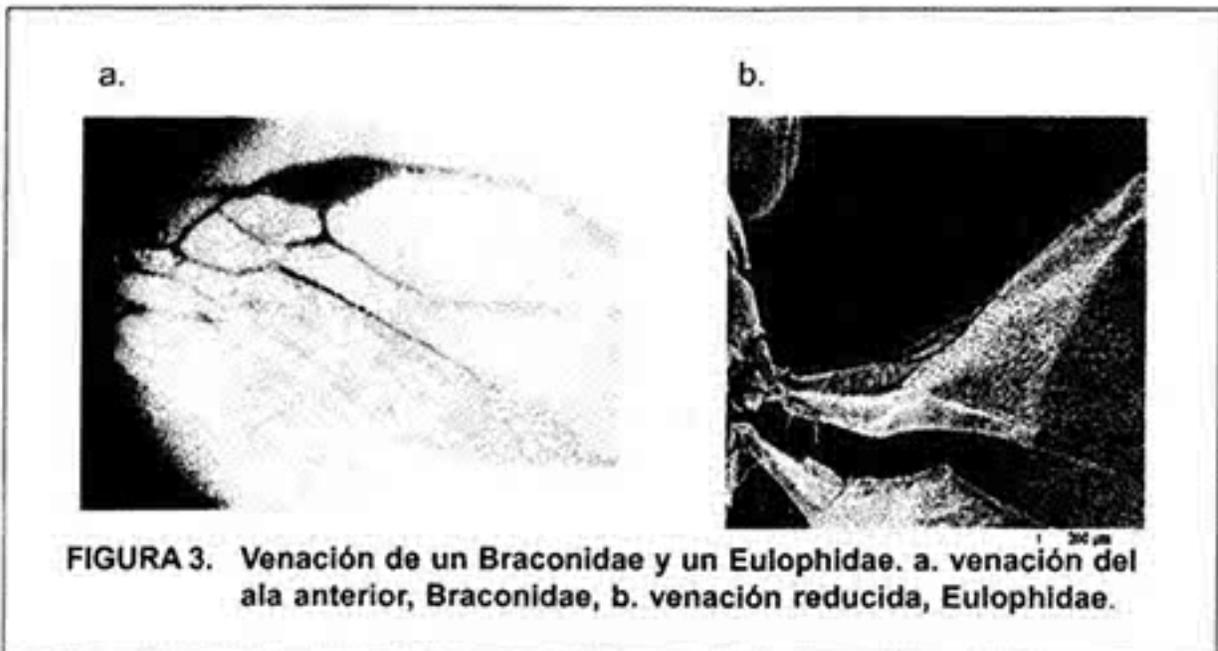
versidad G. Goethe, Frankfurt, Alemania y algunas fotografías realizadas en Panamá por el Dr. Roland Kirschner y Tomás Araúz.

Clave para los parasitoides de *Liriomyza* recolectados en Cerro Punta, Panamá.

- | | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1a. | Ala anterior con venación más o menos completa, por lo menos con una celda cerrada (Figura 3a)..... | 2 |
| 1b. | Ala anterior con venación reducida, sin celdas cerradas (Chalcidoidea) (Figura. 3b)..... | 9 |
| 2a. | Ápices de las mandíbulas dirigidas hacia fuera, sin traslapar, metasoma con sutura crenulada entre el terguito 2 y 3 y semejando un carapacho (Figura 4)..... | <i>Oenonogastra microrhopalae</i> Ashmead. |
| 2b. | Ápices de las mandíbulas dirigidas hacia dentro (mesalmente) y traslapadas cuando están cerradas..... | 3 |
| 3a. | Escutelo sin una elevación circular en forma de gota..... | 4 |
| 3b. | Escutelo con una elevación más o menos circular o en forma de gota, con una fosa o cavidad..... | (Eucoilidae) |
| 4a. | Mesopleura con surco o área punteada..... | 5 |
| 4b. | Mesopleura lisa, sin surco ni área punteada..... | 8 |
| 5a. | Abertura ausente entre el clipeo y las mandíbulas, las mandíbulas adyacentes al clipeo cuando están cerradas, con fosa pequeña en el mesoscudo, terguito I negro..... | <i>Opius mandibularis</i> Gahan. |
| 5b. | Abertura presente entre el clipeo y las mandíbulas cuando están cerradas; mesoscudo sin fosa..... | 6 |
| 6a. | Terguito I negro, terguito II amarillo..... | <i>Opius</i> sp. |
| 6b. | Terguitos I y II amarillos..... | 7 |
| 7a. | Mesoscudo con dos filas de setas..... | <i>Opius</i> sp. |
| 7b. | Mesoscudo sin fila de setas (Figura 8)..... | <i>Opius dimidiatus</i> Ashmead. |
| 8a. | Terguitos I y II amarillos (Figura 5)..... | <i>Opius dissitus</i> Ashmead. |
| 8b. | Terguitos I negro, resto del metasoma anaranjado..... | <i>Opius</i> sp. |
| 9a. | Tarsos con cuatro segmentos; protibia con espolón muy corto y recto (Eulophidae); escutelo con cuatro setas, vena submarginal con tres o más setas, Vena postmarginal presente; cabeza y tórax verde metálicos o con bandas amarillas (Eulophinae); alas hialinas cuerpo verde, notauli incompletos o distintos; antena con dos segmentos funiculares, macho con segmentos funiculares simples..... | 10 |

- 9b. Tarsos con cuatro segmentos; protibia con espolón muy corto y recto (Eulophidae); escutelo con dos setas; vena submarginal con dos setas (Entedoninae).....11
- 10a. Escapo de la antena basalmente blanco, celda basal del ala anterior con setas esparcidas.....*Diglyphus websteri* Crawford.
- 10b. Escapo de la antena completamente negro; celda basal del ala anterior con setas densas (Figura 7).....*Diglyphus isaea* Walker.
- 11 Vena postmarginal más larga que el estigma, metasoma con peciolo largo, 3-4 veces más largo que ancho; brazos de la carena frontal en forma de "Y"; escutelo con ranura corta antero mediana, carena frontal presente, aunque los brazos no alcanzan los ojos, escutelo sin ranura corta anteromediana (Figura 6).....*Chrysocharis ignota* Hansson.

Ilustraciones morfológicas de algunas estructuras empleadas en la clave de identificación de los parasitoides de *Liriomyza* spp.



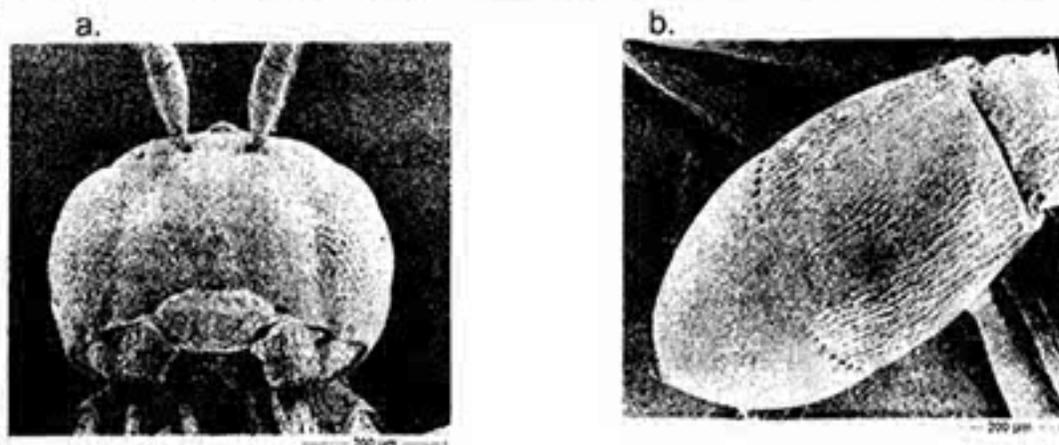


FIGURA 4. Mandíbulas y abdomen de *Oenonogastra microrhopalae*. a. mandíbulas sin traslapar, b. sutura crenulada entre terguito 2 y 3.

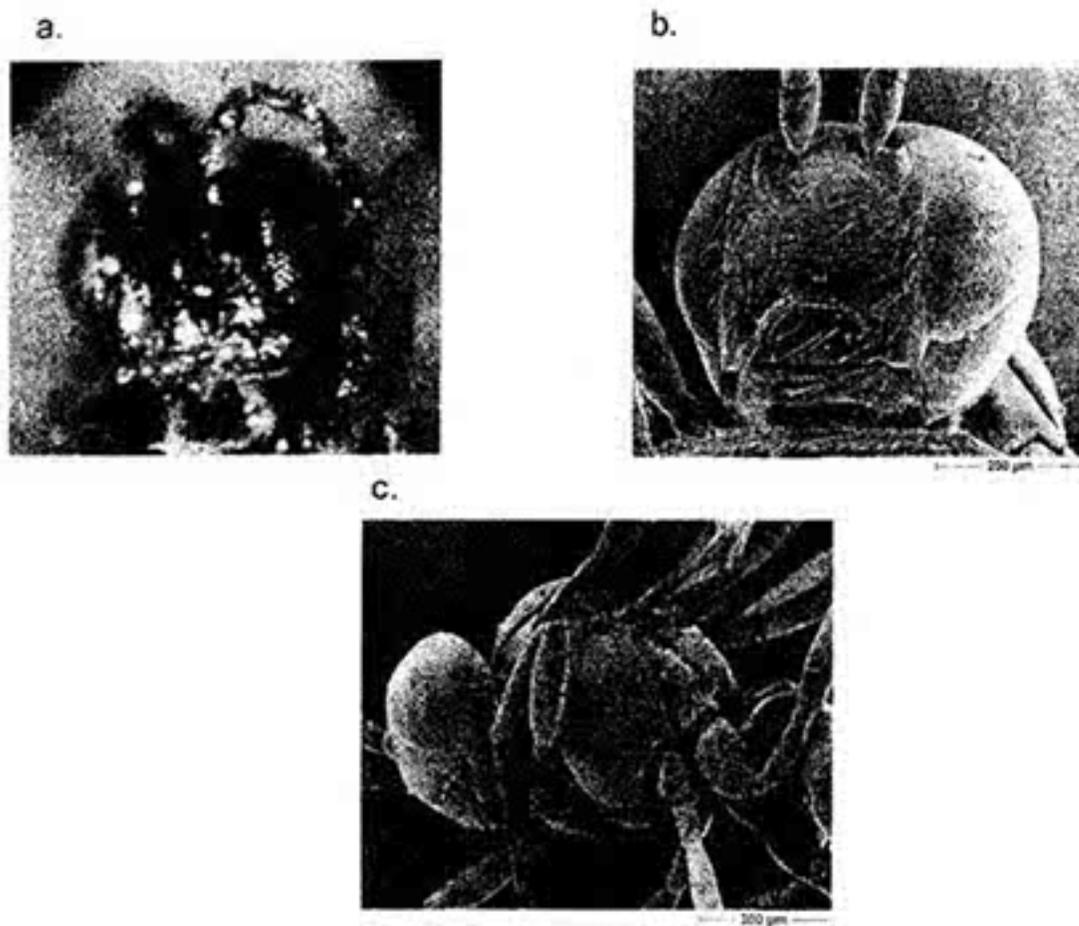


FIGURA 5. Vista ventral y lateral de *Opius dissitus*. a, b. vista ventral, c. pleura.

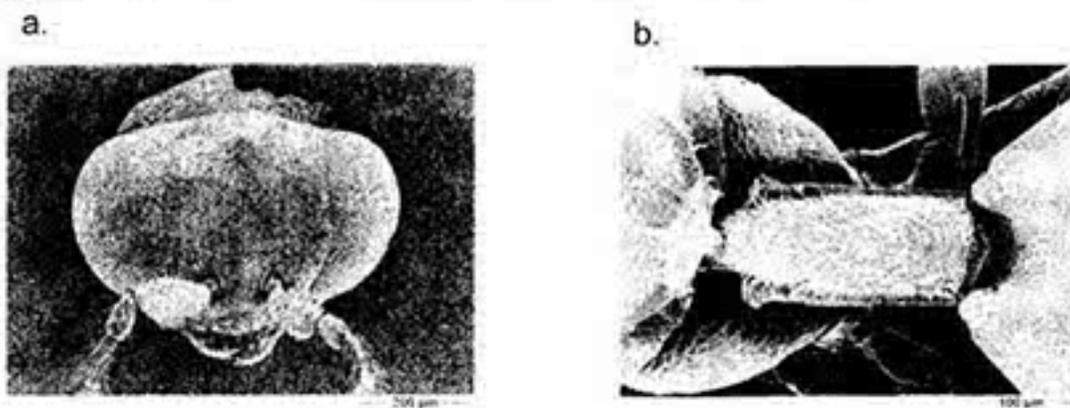


FIGURA 6. Algunas características de *Chrysocharis ignota*. a. prosoma con carena frontal en forma de "Y", b. metasoma con peciolo.

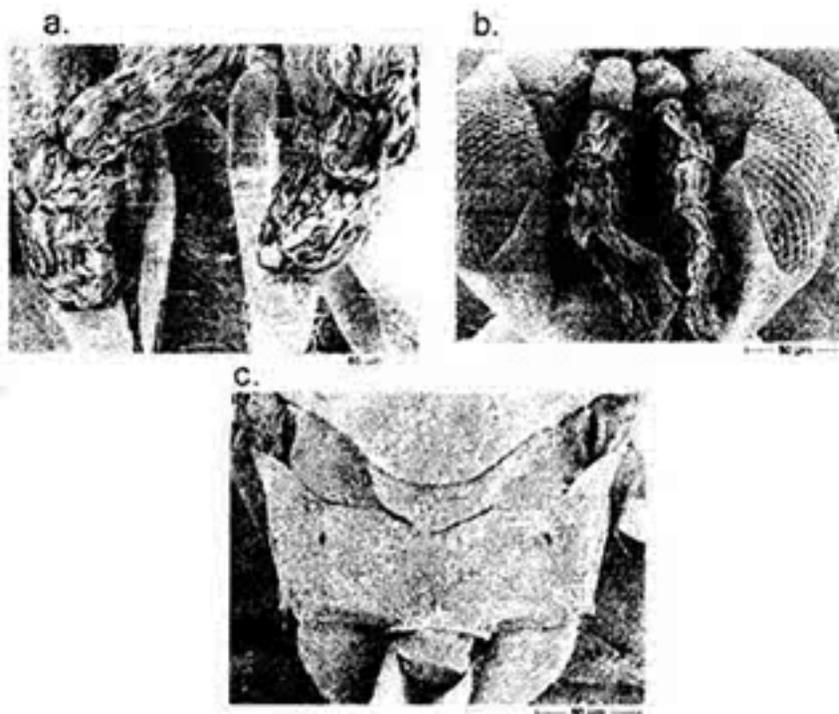


FIGURA 7. Algunos caracteres de la antena y propodeo de *Diglyphus isaea*. a. segmentos funiculares de la antena, b. vista frontal de rostrum, antenas, c. propodeo de vista dorsal.

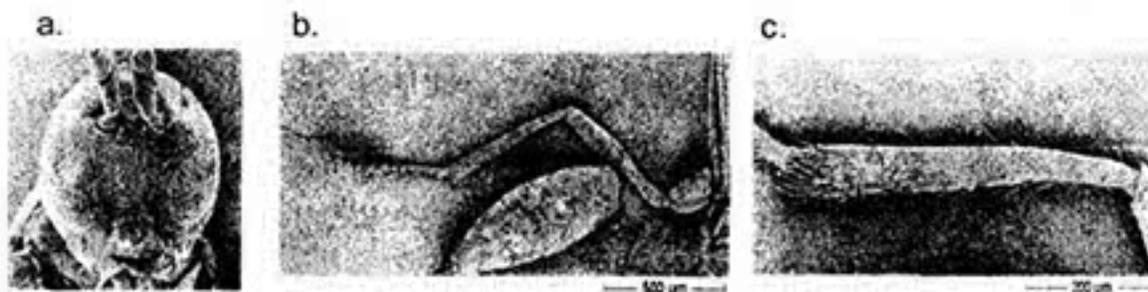


FIGURA 8. Algunos caracteres de *Opilus dimidiatus*. a. rostro, b. metasoma y pata metatorácica, c. tibia vista lateral.

CONCLUSIONES

- * Se encontraron siete especies de parasitoides de *Liriomyza* spp. entre las tres localidades investigadas en Cerro Punta (Entre Ríos, Cerro Punta centro y Guadalupe), éstas fueron: *Diglyphus isaea* Walker y *Opilus dissitus* Muesebeck, *Chrysocharis ignota* Hansson, *Opilus dimidiatus* Ashmead, *Diglyphus websteri* Crawford, *Opilus* cerca a *mandibularis* Gahan.
- * De las especies inventariadas, la más abundante fue *Oenonogastra microrhopalae* (Hymenoptera: Braconidae) la cual se encontró en las tres localidades, al igual que *Diglyphus isaea*.
- * El mayor índice poblacional de los parasitoides encontrados corresponden al grupo de los endoparasitoides coinobiontes.

- * En las tres localidades se determinó el período del año con mayor abundancia en número de parasitoides y correspondió al mes de diciembre.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, N.M.; CAVE, R. D. 1994. Inventario de los parasitoides de *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) en la región sur de Honduras. *Revista Biología Tropical* 42(1/2): 203-218.
- BERNAL V., J.A. 2001. Untersuchung zum Einsatz natürlicher und synthetischer Insektizide und zur Parasitierung von *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Tomatenanbau in Panama. Inaugural - Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. Der Justus - Liebig - Universität Gießen. 2001.

- BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C.A. JOHNSON, N.F. 1989. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. 875 p.
- DOWELL, R.V. 1990. Integrating biological control of white flies into crop management systems. pp. 315-335. *In* Whiteflies: their bionomics, pest status and management. D. Gerling (ed.). U.K. intercept.
- GERAUD-POUEY, F.; CHIRINOS, D.T. RIVERO, G. 1997. Dinámica poblacional de los pasadores de hoja, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), en tomate en la región noroccidental del Estado de Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (Luz)* 14: 475-485.
- GONZÁLEZ D., G. 1990. Contribución al conocimiento de los enemigos naturales de *Liriomyza* spp. encontrados en Cerro Punta y Boquete. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (7): 59-64.
- GUERRA, A. 2003. Daños causados por *Liriomyza* (entrevista) Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. Agricultor de papa.
- HANSON, P. 1990. Clave preliminar para los parasitoides de *Liriomyza* en Costa Rica. Comité técnico de *Liriomyza*. Boletín 95: 26.
- HARRIS, H.M.; TATE, H.D. 1933. A leaf miner attacking the cultivated onion. *Journal of Economic Entomology* 26: 515-516.
- KORYTKOWSKI, C. A. 1990. Manejo de la mosca minadora en Cerro Punta. Jornadas Agropecuarias. Banco Nacional de Panamá (BNP). Panamá, República de Panamá. pp. 91-92.
- McCLANAHAN, R.J. 1983. Control of *Liriomyza trifolii* on Greenhouse chrysanthemums. IOBC-WPRS Bulletin 6: 116-123.
- MINKENBERG, O.P.J.M.; van LENTEN, J. C. 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agricultural University of Wageningen Papers* 86 (2): 50.
- MORALES A., R.A.; ATENCIO A., F.A.; LARAM., J.A.; MUÑOZ, J.A. 1994. La mosca minadora (*Liriomyza* spp.) en Panamá. Programa Regional Cooperativo de Papa e Instituto de investigación Agropecuaria de Panamá. Monografía No.1. 19 p.
- MUÑOZ G., R. 2001. Método analítico para el diagnóstico fitosanitario *Liriomyza trifolii* (Burgess) Diptera: Agromyzidae - Phylomy-

- zinae (en línea). Consultado el 5 de nov. 2003. Disponible en: http://www.cosave.org.py/fpma_Liriomyza_trifolii.htm el 5 de noviembre de 2003.
- MURPHY, S.T.; LA SALLE, J. 1999. Balancing biological strategies in the IMP of the new world invasive *Liriomyza* leafminers in the field vegetable crops. *Biocontrol news and information* 20 (3): 91-104.
- OBALDÍA E., M.M. 1999. Efecto que ejerce los estratos del área foliar del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) sobre la ocurrencia, distribución y oviposición de *Liriomyza* spp. y sus enemigos naturales. F. C. A. Universidad de Panamá. David, Chiriquí.
- PARRELLA, M.P. 1982. A review of the history and taxonomy of economically important serpentine leafminers (*Liriomyza* spp.) in California. *Pan-Pacific Entomologist* 58: 302-308.
- PARRELLA, M.P. 1987. Biology of *Liriomyza*. *Annual Review of Entomology* 32: 201-224.
- SPENCER, K.A. 1965. A clarification of the status of *Liriomyza trifolii* (Burgess) and some related species (Diptera: Agromyzidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 67: 32-40.
- SPENCER, K.A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. The Hague, Netherlands. Dr W. Junk. 418 p.
- SPENCER, K.A. 1989 Leafminers. In Kahn, P.R. (ed). *Plant protection and quarantine Vol. II. Selected pests and pathogens of quarantine significance*. Boca Raton, FL, USA. CRC Press. pp. 77-98.
- WATERHOUSE, D.F.; NORRIS, K.R. 1987. *Biological control: Pacific prospects*. Melbourne, Australia. Inkata Press. 454 p.
- WHARTON, R.A.; MARSH, P.M.; SHARKEY, M.J. 1997. Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera). The International Society of Hymenopterist (ed). Washington, D.C. Nº 1: 85-116, 379-395.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Roland Kirschner, de la Universidad de Frankfurt, Alemania, por realizar las micrografías de barrido a los parasitoides en Alemania.

A todos y cada uno de los agricultores que gentilmente me permitieron realizar los muestreos en sus fincas.

A la memoria de Aurelio "Don Yeyo" Pitty, cuyos consejos perdurarán para siempre.

HIBRIDACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) PARA LA OBTENCIÓN DE SEMILLAS F1. DIVISA, PANAMÁ, 2004.

Pedro V. Him H.¹; Arnulfo Nieto ²

RESUMEN

En la búsqueda de nuevas combinaciones de genes que signifiquen un avance sobre el nivel alcanzado con los mejores cultivares que se poseen en la actualidad, fue establecido un ensayo de hibridación para la obtención de semilla F1, bajo condiciones de casa de vegetación en las instalaciones de Región Central de IDIAP-Divisa. Fueron sembrados los progenitores (aproximadamente 50 progenitores) cada 8-10 días por lo menos 5-6 veces consecutivas, de forma tal que coincida la floración de ambos progenitores (femeninos vs masculinos). Los progenitores fueron cultivados en bolsa de polietileno negro de 44-66 kg de tierra al aire libre. Se utilizó abono completo (12-24-12) y urea; el riego con agua de lluvia y agua de grifo. Para el control de plagas se utilizaron productos disponibles en el mercado local. El procedimiento de la hibridación consistió en las panículas de progenitores femenino y llevarlas a un envase plástico de capacidad de un galón con agua dentro de la casa de vegetación y colocarlos sobre una mesa; allí se practicó la emasculación (retirada del polen) con una bomba de vacío, para después traer el polen del progenitor masculino y verterlo sobre las panículas emasculadas. Este proceso debe practicarse antes de que ocurra la antesis, o sea, salida del polen de las anteras. Esta práctica se vuelve a realizar al día siguiente, para garantizar la polinización. Se coloca una etiqueta en la panoja polinizada, donde aparece la información de los progenitores, fecha e iniciales de quien realizó el trabajo. Las semillas F1 deben ser cuidadosamente cosechadas, identificadas y procesadas, antes de su almacenamiento. Durante el año 2004, se realizaron 18 cruzamientos diferentes; los progenitores utilizados en ambas direcciones (padre y/o madre) para identificar la habilidad combinatoria específica o general de combinación entre ellos. El número de semillas F1 obtenidas fue variable para los distintos cruzamientos y en un caso no se obtuvo semilla F1. La inviabilidad o viabilidad de los cruzamientos, muchas veces está en función de: habilidad combinatoria de los progenitores; época del año, hora del día y habilidad del que realiza las cruza, entre otros.

¹ Ph.D. Filomeno Jimenez, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC) e-mail: phim@idiap.gob.pa

² Asistente, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC)

**HIBRIDACIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum* sp.)
PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS F1. DIVISA, PANAMÁ. 2004.**

Pedro V. Him H.¹; Arnulfo Nieto²

RESUMEN

Con el propósito de reunir en un solo individuo características favorables de ambos progenitores se estableció un ensayo de hibridación, en las instalaciones del IDIAP, Región Central - Divisa. Las hibridaciones fueron planificadas (programadas) de acuerdo a los objetivos y bondades de cada progenitor, principalmente en lo que respecta a: potencial de rendimiento; tolerancia o resistencia a las principales enfermedades, tal como marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), virus y otros; pH y Brix, entre otros. Los progenitores fueron sembrados cada 8-10 días por 4-5 siembras sucesivas, para hacer coincidir la floración de los progenitores elegidos; los mismos fueron mantenidos en bolsas de polietileno negro de 9.09-13.63 kg de tierra, se fertilizó con abono completo (12-24-12) y urea durante el desarrollo de la planta. Se practicaron aplicaciones para el control de plagas. El riego fue con manguera. La emasculación (retirada de las anteras) se practicó al progenitor que fungía como femenino e inmediatamente se le vertía polen del progenitor masculino y al día siguiente, se repitió la puesta del polen nuevamente para garantizar la polinización. Cada flor o racimo de flor, que se le ha practicado la hibridación, se identifica con una etiqueta donde aparece el nombre de los progenitores, quién lo realizó y fecha. Estos F1 deben cosecharse, procesarse y almacenarse muy cuidadosamente para su uso posterior. En este ensayo fue posible realizar 235 hibridaciones diferentes durante el año 2004 y de los cuales, 130 no fueron viables, o sea, no se consiguió semilla F1, resultando solamente 105 hibridaciones viables. Generalmente, en estas técnicas de hibridación se utilizan los progenitores masculinos y femeninos de acuerdo a su potencial o características deseables; y en otros casos, se puede utilizar para ver las habilidades combinatorias que tienen los mismos cuando son utilizados como padres o madres, ya que este factor es, en muchos casos, decisivo para tener éxito en la actividad. Otros factores que inciden en el éxito de los cruzamientos pueden ser: temperatura (arriba de 40°C el polen se hace inviable), época del año, hora del día, habilidad del manipulador de los órganos sexuales de la flor, entre otros.

¹ Ph.D. Fitomejoramiento. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: phim@idiap.gob.pa

² Asistente. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).

**ENSAYO DE POBLACIONES SEGREGANTES DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum*) GENERACIÓN F9-F10.
DIVISA, PANAMÁ. 2004.**

Pedro V. Him H.¹; Arnulfo Nieto²

RESUMEN

Con el propósito de avanzar con las evaluaciones y selecciones de poblaciones segregantes F9-F10, se continuó estableciendo un ensayo en las instalaciones de IDIAP-Divisa, Región Central, que se encuentra a 10-12 msnm, 08° 06' latitud Norte y 80° 41' longitud Oeste. Las evaluaciones y selecciones estuvieron centradas en la identificación de individuos potenciales en lo que respecta a rendimiento; tolerancia a marchitez y virus principalmente; días a floración; días a cosecha; número de frutos promedios/planta; tipo de fruto; pH y Brix, entre otros. Los semilleros fueron establecidos el 19 de enero de 2004 y el trasplante el 10 de febrero de 2004; el suelo presentó características franco-arenoso-arcilloso. Se le aplicó abono completo (12-24-12) y urea durante el desarrollo del cultivo y para el control de plagas se usó endosulfan 35 EC; dimetoato 40 EC y deltamethrin 2.5 EC a razón de 10 cc de PC/galón de agua (para todos los productos citados). La maleza se controló manualmente y con la labor de aporque. El riego fue con agua de lluvia y gravedad. De la cruce N° 1 (IT-8xmultichilic 95) fueron seleccionadas 46 plantas individuales y, posteriormente, juntadas las semillas de plantas con características similares. De la cruce N° 2, se identificaron y seleccionaron 115 plantas individuales y se agruparon las similares; finalmente, de la cruce N° 3 (L-4Axchylitic 95-4) fueron seleccionadas 23 plantas que presentaron una arquitectura de planta erecta y la posición de las hojas en forma horizontal con relación al suelo; de 25-35 frutos/plantas; de 30-35 ddt a floración y aproximadamente 65 ddt a cosecha y todas las selecciones con alta tolerancia a marchitez bacteriana y virosis principalmente. Estas selecciones pasarán a las próximas generaciones y sus descendencias serán seleccionadas de acuerdo a los parámetros antes mencionados.

¹ Ph.D. Fitomejoramiento. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: phim@idiap.gob.pa

² Asistente. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).

HIBRIDACIÓN EN EL CULTIVO DE PIMENTÓN (*Capsicum* sp. Mill). DIVISA, PANAMÁ. 2004.

Pedro V. Him H.¹; Arnulfo Nieto²

RESUMEN

Con el objeto de reunir en un solo individuo, varias características (genes) de interés, y altos rendimientos, resistencia, marchitez bacteriana, virosis, cercosporosis, entre otros y tipo de fruto pimentón (3-4 lóculos) se procedió a realizar la técnica de hibridación artificial en las instalaciones (casa de vegetación) del IDIAP- Región Central (Divisa), en un ensayo de hibridación. La técnica consistió en que los progenitores se sembraron cada 6-8 días, durante cuatro fechas de siembra sucesivas diferentes, para hacer coincidir la floración entre todos los progenitores participantes y así poder realizar las diferentes hibridaciones. Los progenitores fueron mantenidos en bolsas de polietileno negro de 9.09 kg aproximadamente, al aire libre, la fertilización fue con abono completo (12-24-12) y urea. El riego fue con agua de lluvia y manguera del grifo. Los parámetros que se consideraron fueron: color de entre nudos; color de la flor; ya que el color morado (púrpura) u oscuro domina sobre el blanco y por ser el pimentón planta autógama, estos parámetros nos ayudan a verificar si fue una hibridación verdadera o falsa, después de cultivada la F1. Es importante considerar los días a floración y días a cosecha son importante considerar porque interesa seleccionar progenitores con características similares a los cultivares o variedades que se estén utilizando comercialmente, igual que el tipo de fruto, pedúnculo (liso es lo deseado) y enfermedades para asegurar los rendimientos y calidad de fruto. El proceso de hibridación consistió en emascular (retirar al polen) del progenitor femenino para verter el polen del progenitor escogido como masculino y repetir al día siguiente, la puesta de polen sobre el estigma nuevamente, para asegurar la polinización. Estos trabajos se realizaron dentro de la casa de vegetación, con el mayor cuidado y control. Cada cruce fue identificada con una etiqueta que portaba la información de los progenitores, fecha y quien lo realizó. Como resultado para el año 2004 se realizaron 109 hibridaciones, de las cuales 61 fueron viables; 34 no viables y 14 autofecundaciones. Generalmente, las hibridaciones no viables ocurren por varios factores: época del año en que se realizaron las hibridaciones; hora del día (la mañana es mejor que en la tarde); altas temperaturas (arriba de 40°C); habilidad y experiencia de la persona que manipula los órganos florales; así como también la habilidad combinatoria que tienen los progenitores, o sea, habilidad específica o general de combinación, por lo que se utilizan como padres, madres o ambas cosas.

¹ Ph.D. Fitomejoramiento, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC), e-mail: phim@gob.pa

² Asistente, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).

REVISTA CIENTÍFICA
Ciencia Agropecuaria No. 19

Es una Publicación del



Edición

Elizabeth S. De Freitas G.
Neysa G. de Rojas

Diseño y Diagramación

E. S. De Freitas G.

Traducción al Inglés

Pedro Guerra M.
Eric Candanedo L.

Colaboradores

Sandra Herrera
Osiris Valdés
Francisco Ramírez

Encuadernación

Herminio González

Tiraje

1000 ejemplares
Impreso en los Talleres del
IDIAP en David, Chiriquí
Impresión de Portada
Impresora Central, S.A.
David, Chiriquí

Esta publicación fue financiada con fondos del
Programa de Modernización de los servicios Agropecuarios
BID - 924