



**I**NSTITUTO DE  
INVESTIGACION  
AGROPECUARIA DE PANAMA



ISSN 0258-6452

# CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N°14

PANAMÁ, 2004



ISSN 0258-6452

***CIENCIA AGROPECUARIA***

**REVISTA CIENTÍFICA N° 14**

**PANAMÁ, 2003**

Revista Ciencia Agropecuaria. Instituto de Investigación  
Agropecuaria de Panamá. Unidad de Información  
y Comunicación. Departamento de Publicaciones.

no. 14 (2003) Anual  
135 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**

**Licda. Lynette M. Stanziola**  
Ministra de Desarrollo Agropecuario

**Sr. Abelardo Amos**

Gerente General del Banco  
de Desarrollo Agropecuario  
Miembro

**Dr. Juan M. Osorio**

Decano de la Facultad  
Ciencias Agropecuarias  
Miembro

**Dr. David Berroa Pinzón**

Director General del IDIAP  
Secretario

## **CUERPO DIRECTIVO**

**Dr. David Berroa Pinzón**

Director General del IDIAP

**Dr. Jaime Moscoso Ponce**

Sub-Director General del IDIAP

**Ing. Anais Vargas**

Secretaria General

**Dr. Reinaldo de Armas**

Director Nacional de  
Investigación Pecuaria

**M.Sc. José A. Yau**

Director Nacional de  
Investigación Agrícola

**M.G.A. Luis Pinto**

Director Nacional de Productos  
y Servicios

**Lic. Eloy Alvarez**

Director Nacional de  
Administración y Finanzas

**M.S. Franklin Becerra**

Director Nacional de  
Planificación y Socioeconomía

**Ing. Luis Ramos**

Director del CIA-Recursos  
Genéticos

**Dr. Vicente Beros**

Director del CIA-Occidental

**Ing. Virginia de Rodríguez**

Directora del CIA-Central

**Lic. Iván Samaniego**

Director del CIA-Azuero

**Ing. Gumercindo Frías**

Director del CIA-Oriental

**Ing. Arturo Fuentes**

Director del CIA-Trópico Húmedo

## EDITORAS

*Elizabeth S. De Freitas G., Ph.D.*

*Sandra A. de Millán, Ing. Agr.*

## COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

*Miguel A. Acosta, M.Sc. Ciencias Fitotecnia*

*Vicente Beros, Dr. Química Industrial*

*Juan A. Bernal, Dr. Ciencias Naturales*

*Carmen Y. Bieberach, M.Sc. Cultivos Tropicales*

*Ismael Camargo, Dr. Genética y Mejoramiento de Plantas*

*Eric Candanedo L., Ph.D. Nematología*

*Kilmer von Chong, Ph.D. Fitopatología*

*Felipe González, M.S. Manejo Integrado de Plagas*

*Priscila A. de González, M.Sc. Genética Vegetal*

*Román Gordón, M.Sc. Entomología*

*Pedro Him, Dr., Genética y Mejoramiento de Plantas*

*Julio Lara, M.Sc. Protección de Cultivos*

*Edwin Lorenzo, M.G.A. Gestión Agroempresarial y Ambiental*

*Rodrigo Morales, M.Sc. Fitopatología*

*Benjamín Name, M.Sc. Edafología*

*Bolívar Pinzón, M.Sc. Edafología*

*José Villarreal, M.Sc. Edafología*

*José A. Yau, M.Sc. Producción de Semillas*

*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**

*Unidad de Información y Comunicación*

*Departamento de 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. Committe 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 coautores. 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** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA EN ESTADO FRESCO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES Y EFECTO DE LA PASTEURIZACIÓN PARA SU UTILIZACIÓN COMO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES. PANAMÁ. 2002.  
*Aracelly Vega-Ríos; Rosa Elena Caballero; Pedro Guerra M.*
- 
- 15-22** CARACTERIZACIÓN ARBÓREA DE FINCAS GANADERAS EN LA REGIÓN ORIENTAL DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ<sup>1</sup>  
*Manuel Humberto Ruiloba; Juan Carlos Ruiz; Hernán Navarro; José Verdiales*
- 
- 23-38** EFECTO DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO, SECADO Y ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR. PANAMÁ. 1999.  
*Pedro Guerra M.; Alfonso W. Pinto R.; Ricaurte Quiel*
- 
- 39-54** CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN SEMILLERO DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1998.  
*José A. Lezcano B.*
- 
- 55-66** EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE REPOLLO (*Brassica oleracea* var. capitata) EN CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1995-1996.  
*José A. Lezcano B.*
- 
- 67-80** EFICACIA BIOLÓGICA DEL INSECTICIDA ZETA CIPERMETRINA PARA EL MANEJO DE *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EN REPOLLO. 2001  
*José A. Lezcano B.; Rodrigo Morales*
- 
- 81-93** DISTRIBUCIÓN DEL BIOTIPO B DE *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) EN LA ZONA CENTRAL Y EN LA PROVINCIA PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ.  
*Luis Alvarado; Janeth Sánchez; Bruno Zachrisson; Orencio Fernández*
-

## COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

- 95-97** PRIMER REGISTRO DE *Cistunidella foveolata* (Champion, 1894) (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae: Ischyrosomychini) SOBRE LAUREL (*Cordia alliodora* RUIZ & PAVÓN, OKEN, Boraginaceae), EN LA REGIÓN NORORIENTAL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ. 2003. *Bruno Zachrisson*
- 

## NOTA TÉCNICA

- 98-105** CULTIVARES DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) CON RESISTENCIA A ENFERMEDADES FOLIARES Y ALTOS RENDIMIENTOS. CAISÁN, PANAMÁ 2003.  
*Edwin Lorenzo; Francisco González*
- 
- 106-115** FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EN REPOLLO. CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1995.  
*José A. Lezcano*
- 
- 116-125** RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y AL EFECTO ADICIONAL DEL SULFATO DE POTASIO EN UN SUELO USTIFLUVENTS. LA VILLA, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1996.  
*Araíz Cajar S.; Florentino Vega; José Candelario Cedeño*
- 
- 126-135** CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES TRADICIONALES EN EL DISTRITO DE BUGABA, PANAMÁ. 2002.  
*Rodrigo A. Cerrud S.*
-

## **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA EN ESTADO FRESCO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES Y EFECTO DE LA PASTEURIZACIÓN PARA SU UTILIZACIÓN COMO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES. PANAMÁ. 2002.**

**Aracelly Vega-Ríos <sup>1</sup>; Rosa Elena Caballero <sup>1</sup>; Pedro Guerra M. <sup>2</sup>**

### **RESUMEN**

La biomasa lignocelulósica de la paja de arroz (*Oriza sativa*), pulpa de café (*Coffea arabica*) y hojas de banano (*Musa sapientis*), fue evaluada en estado fresco y pasteurizado con el propósito de conocer su composición química, en términos de indicadores de calidad para el cultivo de hongos comestibles como: contenido de nitrógeno, celulosa, hemicelulosa y lignina. Los datos se analizaron mediante un modelo jerárquico con técnicas de muestreo aleatorio. El efecto de la pasteurización sobre los indicadores de calidad se estimó mediante análisis diferencial aplicando el mismo modelo. Se encontró que los sustratos difieren significativamente en su composición química ( $P < 0.01$ ), tanto en el estado fresco como en el estado pasteurizado, siendo el sustrato más rico en nitrógeno la pulpa de café ( $3.01\% \pm 0.11$  y  $3.04\% \pm 0.09$ , respectivamente). En ambos estados el contenido de cenizas fue mayor en la paja de arroz ( $13.65\% \pm 0.75$  en el estado fresco y  $11.72\% \pm 0.67$  en el estado pasteurizado) y la hoja de banano ( $14.20\% \pm 0.70$  en el estado fresco y  $11.80\% \pm 0.72$  en el estado pasteurizado), en comparación con la pulpa de café. El contenido de lignina presentó diferencias altamente significativas en el estado fresco de los sustratos, siendo mayor en la pulpa de café ( $20.97\% \pm 0.73$ ) y menor en la paja de arroz ( $5.74\% \pm 0.63$ ). En el estado pasteurizado, las diferencias en los contenidos de lignina fueron significativas con igual tendencia que para el estado fresco (paja de arroz,  $8.57\% \pm 0.88$ ; pulpa de café,  $26.02 \pm 1.02$ ; hoja de banano,  $18.35 \pm 0.88$ ). Los mayores contenidos de celulosa se obtuvieron con la paja de arroz ( $33.92\% \pm 1.24$  en el estado fresco y  $34.31\% \pm 1.03$  en el estado pasteurizado) y la pulpa de café ( $36.51\% \pm 1.44$  en el estado fresco y  $33.16\% \pm 1.19$  en el estado pasteurizado). Sin embargo, el nivel de significancia fue más alto ( $P < 0.01$ ) para las tendencias en el estado fresco. El efecto de la pasteurización sobre los indicadores de calidad no fue significativo ( $P > 0.05$ ) en cenizas, nitrógeno y hemicelulosa, pero altamente significativo para el indicador celulosa. Con el indicador lignina se encontró un efecto significativo. El análisis diferencial demostró que la

---

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

<sup>2</sup> Ing. Agr. Zoot., M.Sc. Mejoramiento Genético Animal. Estación Experimental de Gualaca. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: pguerra@idiap.gob.pa

hoja de banana fue el sustrato con mayor respuesta al tratamiento de pasteurización principalmente para los indicadores lignina y celulosa. Las diferencias encontradas en la composición química demuestran que los sustratos evaluados proporcionan un medio para el cultivo de diferentes especies de hongos comestibles. Se recomienda tomar al estado pasteurizado del sustrato como estado inicial para el proceso de producción de hongos comestibles.

**PALABRAS CLAVES:** Biomasa lignocelulósica; hongos comestibles; desechos agroindustriales; celulosa; hemicelulosa; lignina.

### FRESH STATE CHEMICAL CHARACTERIZATION OF AGROINDUSTRIAL BYPRODUCTS AND THE EFFECT OF PASTEURIZATION FOR ITS USE AS SUBSTRATES ON EDIBLE MUSHROOM CULTIVATION. PANAMÁ, 2002.

Lignocellulosic biomass from as rice straw, coffee pulp and banana plant leaves, was chemically characterized to investigate on the following mushroom production quality indicators: nitrogen, cellulose, hemicellulose and lignin contents. The chemical characterization was performed on two substrate presentations: fresh and pasteurized. The data was analyzed by means of a hierarchic model and random sampling techniques. The pasteurization effect upon the quality indicators was estimated by means of a differential analysis and the application of the same hierarchic model. The results show a significant difference on chemical composition among the substrates ( $P < 0.01$ ). This difference was observed both in the fresh and the pasteurized substrates. The substrate with the highest nitrogen content was coffee pulp, both in its fresh and pasteurized states ( $3.01\% \pm 0.11$  y  $3.04\% \pm 0.09$ , respectively). Ash content was higher in rice straw and banana leaves, with a similar trend in both substrate states ( $13.65\% \pm 0.75$  in the fresh state and  $11.72\% \pm 0.67$  in the pasteurized state for rice straw;  $14.20\% \pm 0.70$  in the fresh state and  $11.80\% \pm 0.72$  in the pasteurized state for banana leaves). Lignin content showed highly significant differences in the fresh state of the substrates, with the highest and lowest values found in coffee pulp ( $20.97\% \pm 0.73$ ) and rice straw ( $5.74\% \pm 0.63$ ), respectively. In the pasteurized state, the differences in lignin contents were significant with the same trend as in the fresh state (rice straw,  $8.57\% \pm 0.88$ ; coffee pulp,  $26.02 \pm 1.02$ ; banana leaves,  $18.35 \pm 0.88$ ). The highest cellulose content was found on rice straw and coffee pulp, both in the fresh and the pasteurized states (rice straw  $33.92\% \pm 1.24$  in the fresh state and  $34.31\% \pm 1.03$  in the pasteurized state; coffee pulp,  $36.51\% \pm 1.44$  in the fresh state and  $33.16\% \pm 1.19$  in the pasteurized state). Nevertheless, the significance level was higher for the fresh state trends. The pasteurization effect was not significant ( $P > 0.05$ ) for ash, nitrogen and hemicellulose contents. The same effect was as highly significant for cellulose only ( $P < 0.01$ ). For lignin, the effect was statistically significant ( $P < 0.05$ ). Differential analysis showed that banana leaves were the substrates with the highest response level to the pasteurization process, mainly for lignin and cellulose contents. The observed differences in the chemical composition among the three tested substrates, show that they provide a choice spectrum for the cultivation of different species of edible mushrooms. It is advisable to use the pasteurized state values for the substrates as reference or control values for the edible mushroom cultivation processes.

**KEY WORDS:** Lignocellulosic biomass, edible mushroom, agroindustrial wastes, cellulose, lignocellulose, lignin.

## INTRODUCCIÓN

En Panamá se produce gran cantidad de desechos lignocelulósicos provenientes de actividades agroindustriales. La producción nacional anual de rubros agrícolas como el café, banano y arroz son 207,891 quintales pilados, 13,054,008 quintales y 7,021,732 quintales, respectivamente. Los desechos que se producen de estos rubros se utilizan poco o no se utilizan. No existen reportes sobre la utilización de la hoja de banano, el pizote o la planta entera residual. Respecto a la paja de arroz, se conoce que de acuerdo a ciertas circunstancias particulares, ésta se incorpora al suelo con pases de arado. Sin embargo, la utilización sostenida de la paja de arroz no está documentada (CGR, 2001).

Los desechos lignocelulósicos agroindustriales son materiales que, en principio, constituyen un sustrato apropiado para el cultivo de diferentes especies de hongos comestibles (De León y col., 1989; Martínez-Carrera y col., 2000; Thomas y col., 1998; Zhang y col., 2002). El aprovechamiento que de esta forma se da a los desechos, es una alternativa para evitar su acumulación y aumentar el valor agregado de estos materiales.

La naturaleza química del sustrato es uno de los factores que determina su bioconversión, puesto que diferentes cepas de hongos comestibles tienen

requerimientos específicos respecto a la composición química del sustrato (Zadrazil, 1978; Rajarathnam y col., 1998). Por lo anterior, es necesario contar con la valoración química del desecho lignocelulósico que se ofrece como sustrato potencial para el cultivo de hongos comestibles. Esta caracterización se da en función de indicadores de calidad, relevantes para el cultivo de hongos comestibles, tales como los contenidos de nitrógeno, lignina, hemicelulosa y celulosa.

Además de la naturaleza química, otros criterios para la selección del material lignocelulósico a utilizar como sustrato para la producción de hongos comestibles son la disponibilidad del material, los costos que se asocian a la colecta y al transporte de este material desde el sitio de colecta hasta la planta de producción de hongos comestibles. Por ello, es importante contar con una variedad de sustratos caracterizados químicamente, en función de indicadores de calidad relevantes para el cultivo de hongos comestibles que facilite la actividad de producción, contribuya con la utilización racional y sostenible de estos recursos y se obtenga de ellos un valor agregado.

La literatura especializada reporta la caracterización química de diferentes sustratos utilizados en el cultivo de hongos comestibles en otras latitudes. La mayoría de estos reportes

proporcionan datos sobre la composición química de sustratos en estado fresco; y dependiendo del sustrato y de la técnica de cultivo, otros presentan datos sobre la composición química de sustratos fermentados (Martínez-Carrera, 2000). No abunda, en la literatura, comparaciones de la composición química entre sustratos frescos y pasteurizados. Estas comparaciones resultan importantes ya que los tratamientos que más comúnmente se aplican a los sustratos antes de iniciar el proceso de cultivo de hongos son la pasteurización y la fermentación. Por ello, es necesario investigar el efecto de la pasteurización sobre los indicadores de calidad ya mencionados.

La presente investigación se realizó con el primer objetivo de caracterizar químicamente sustratos como la paja de arroz, la pulpa de café y la hoja de banano en términos de indicadores de calidad para el cultivo de hongos comestibles, es decir, los contenidos de nitrógeno, celulosa, hemicelulosa y lignina tanto en sustratos frescos como en sustratos pasteurizados. El segundo objetivo consistió en determinar el efecto del proceso de pasteurización sobre el perfil químico de los sustratos en estado fresco, reflejado en los indicadores de calidad propuestos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del estudio:** El presente estudio se realizó en el Laboratorio de

Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Chiriquí con sede en la ciudad de David, provincia de Chiriquí, República de Panamá.

**Sustratos:** Los sustratos agrícolas utilizados en el presente estudio fueron: paja de arroz, pulpa de café y hojas de banano.

**Replicación:** De cada bulto fresco de sustrato colectado se tomaron tres canastas de 6.4 kg (peso seco) como réplicas, las cuales fueron pasteurizadas. Separadamente se tomaron otras tres canastas de igual peso de sustrato colectado, las cuales no se sometieron a pasteurización sino que se llevaron directamente al proceso de toma de las submuestras.

**Pasteurización:** Los sustratos se pasteurizaron de acuerdo a la metodología de Guzmán y col. (1993). Esta metodología consiste en la inmersión del sustrato en agua a 85 °C por un período de 80 minutos. Al final del período de pasteurización se drenó el agua en exceso y se permitió que los sustratos se estabilizaran a temperatura ambiente.

**Toma de las submuestras:** De cada réplica o canasta de sustrato, se tomaron tres submuestras de 250 gramos cada una, las cuales fueron sometidas a la determinación química de los indicadores de calidad. La toma de las submuestras se realizó por el método

de cuarteo siendo éstas molidas a un tamaño de partícula de 2 mm. En el caso de las muestras pasteurizadas, el cuarteo se realizó en el salón de siembra, en condiciones de asepsia para proteger el estado de pasteurización del sustrato. Posteriormente, las submuestras de los sustratos pasteurizados se secaron al aire antes de ser molidas.

**Análisis químico:** El análisis químico consistió en la determinación de los indicadores de calidad del sustrato para el cultivo de hongos comestibles: contenidos de nitrógeno, lignina, hemicelulosa, celulosa y lignina. El contenido de nitrógeno de las submuestras de los sustratos fue determinado por el método de Kjeldahl (AOAC, 1976) y el fraccionamiento de la fibra se realizó de acuerdo a la metodología de Japan Livestock Technology Association (2000). Las submuestras se analizan por triplicado.

**Análisis estadístico de los datos:** Los datos fueron analizados a través de un modelo jerárquico con técnicas de muestreo aleatorio (Searle, 1971). Las variables de calidad señaladas anteriormente se consideraron como las variables de respuesta. Cada variable de calidad se analizó con el modelo propuesto en la fase fresca y pasteurizada. Posteriormente, el efecto de la pasteurización sobre estos parámetros se estimó mediante la diferencia entre el

estado fresco versus el estado pasteurizado (análisis diferencial); luego se procedió a analizarlas con el mismo modelo. En este análisis se excluye la hemicelulosa en la hoja de banano.

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.

$\mu$  = es la media general.

$\tau_i$  = es el efecto asociado al i-ésimo sustrato.

$\delta_j(\tau_i)$  = es el efecto de la j-ésima canasta (réplica) dentro del i-ésimo sustrato. Este es el término de error para probar los estratos.

$\varepsilon_{ijk}$  = es el error aleatorio asociado a la k-ésima submuestra obtenida de la j-ésima canasta perteneciente al i-ésimo sustrato.

$[e_{ijk} = \gamma_k(\delta_j, \tau_i)]$ .  $e_{ijk}$  es  $NID \sim \mu, \sigma^2$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza, de acuerdo al modelo jerárquico propuesto para las características químicas o indicadores de calidad de los sustratos frescos, se detallan en el Cuadro 1 y las características químicas o indicadores de calidad de los sustratos pasteurizados se presentan en el Cuadro 2.

Tomando el efecto de la canasta asignada a cada sustrato como la fuente de error para probar la significancia de las diferencias entre sustratos (Cuadros 1 y 2) se rechaza la hipótesis nula ( $H_0: \tau_i = 0$ ) en todas las variables de respuesta (características químicas o indicadores de calidad). En el Cuadro 1 se rechaza la hipótesis nula a una probabilidad estadística menor al 1% ( $P < 0.01$ ) para ceniza, nitrógeno, lignina y celulosa y menor al 5% ( $P < 0.05$ ) para hemicelulosa. Por lo tanto, se acepta que existen diferencias reales entre los sustratos evaluados en su estado fresco.

La variabilidad entre las canastas dentro de los sustratos resultó altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para el indicador cenizas y diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los indicadores lignina y hemicelulosa; pero no hubo

efecto significativo en características como nitrógeno y celulosa ( $P > 0.05$ ) en el estado fresco del sustrato (Cuadro 1). La variabilidad encontrada a través del coeficiente de variación (CV) indica que existió un buen control del error experimental y sus valores están dentro de los parámetros recomendados (Steel y Torrie, 1980).

Por otra parte, también se rechaza la hipótesis nula, debido a que se encontró variabilidad altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre sustratos para las características como cenizas, nitrógeno, lignina y hemicelulosa, pero significativa ( $P < 0.05$ ) en celulosa. La variabilidad entre canastas dentro de cada sustrato fue altamente significativa en cenizas y nitrógeno, pero ninguna variabilidad significativa ( $P > 0.05$ ) se encontró en el resto de las características en el estado pasteurizado del sustrato (Cuadro 2). Los CV están dentro de los rangos permitidos, a excepción de la hemicelulosa, el cual estuvo ligeramente arriba del 15%.

Los resultados del análisis diferencial (sustrato fresco versus sustrato pasteurizado) de las variables de calidad se detallan en el Cuadro 3.

El efecto de la pasteurización sobre las variables de calidad fue rechazada en variables como cenizas, nitrógeno y hemicelulosa ( $P > 0.05$ ), pero aceptada altamente significativa ( $P < 0.01$ ) en la celulosa y significa-

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

Fuente de Variación	CM		CM		CM		CM		CM
	g.l.	CENIZAS	g.l.	NITROGENO	g.l.	LIGNINA	CELULOSA	g.l.	
Sustrato	2	172.73**	2	3.034**	2	298.739**	275.415**	2	259.989*
Canasta(Sustrato)	6	4.408**	6	0.068ns	6	2.398*	9.278ns	5	37.908*
Error	17	0.017	9	0.044	8	0.695	4.063	6	7.347
Total	25	-	17	-	16	-	-	13	-
CV, %		1.16		9.28		6.68	6.52		12.95

CV = Coeficiente de Variación. CM = Cuadrado Medio.

\*\* = P<0.01 \* = P<0.05 ns = no significativo

**CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS DE LA SUMA DE CUADRADO TIPO III PARA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS O INDICADORES DE CALIDAD DE LOS SUSTRATOS PASTEURIZADOS.**

Fuente de Variación	CM		CM		CM		CM		CM
	g.l.	CENIZAS	g.l.	NITROGENO	g.l.	LIGNINA	CELULOSA	g.l.	
Sustrato	2	125.062**	2	3.751**	2	401.507**	36.843*	2	519.188**
Canasta(Sustrato)	6	4.000**	6	0.048**	6	4.700ns	6.388ns	5	23.517ns
Error	17	0.014	9	0.008	8	2.153	6.124	6	10.641
Total	25	-	17	-	16	-	-	13	-
CV, %		1.23		4.23		8.51	7.65		17.35

CV = Coeficiente de Variación. CM = Cuadrado Medio.

\*\* = P<0.01 \* = P<0.05 ns = no significativo

tivamente ( $P < 0.05$ ) en la lignina. Además, existió una variabilidad altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre las réplicas (canastas) para las variables cenizas y nitrógeno, pero ninguna significancia ( $P > 0.05$ ) para el resto de las variables. La diferencia entre el estado fresco y pasteurizado elevó extremadamente la variabilidad (varianza del error o variabilidad entre submuestras dentro de cada canasta) registrada a través de los CV.

El contenido de ceniza en la hoja de banano fue ligeramente más alto (4.0%) que el contenido de cenizas en la paja de arroz ( $P > 0.01$ ), pero fue 126.1% más alto ( $P < 0.01$ ) que en la pulpa de café (Cuadro 4). Por otra parte, el contenido de ceniza de la paja de arroz fue 117.4% superior ( $P < 0.01$ ) al de la pulpa de café.

El mayor contenido de nitrógeno se encontró en la pulpa de café (3.01%), superando a la paja de arroz en 89.3% ( $P < 0.01$ ) y a la hoja de banano en 38.1% ( $P < 0.01$ ). La pulpa de café también superó a los otros sustratos en los contenidos de lignina y celulosa. El contenido de lignina en la pulpa de café fue de 20.97%, superando en 15.23 y 9.22 unidades porcentuales a la hoja de banano y paja de arroz, respectivamente. Todos los valores fueron diferentes entre sí ( $P < 0.01$ ). La celulosa fue ligeramente alta ( $P > 0.01$ ) en la pulpa de café en 2.59 unidades porcentuales con respecto a la paja de arroz

y en 13.36 unidades porcentuales en la hoja de banano. ( $P < 0.01$ ). Entre la hoja de banano y paja de arroz la diferencia fue altamente significativa (33.92% versus 23.15%, respectivamente). Por otro lado, el contenido de hemicelulosa fue más bajo en la pulpa de café (8.82%) y difirió significativamente ( $P < 0.01$ ) con respecto a la paja de arroz (17.89 unidades porcentuales) y hoja de banano (7.7 unidades porcentuales). Sin embargo, entre el contenido de hemicelulosa entre la paja de arroz y hoja de banano, no existió diferencia significativa ( $P > 0.01$ ).

Si bien existen diferencias entre distintas variedades de un cultivo determinado, es posible establecer comparaciones entre las tendencias de los indicadores de calidad. En este sentido, la pulpa de café se reporta en la literatura como un sustrato rico en nitrógeno proteico, muy fibroso, principalmente por sus contenidos de lignina y celulosa más no así de hemicelulosa, siendo superior a la paja de arroz en su contenido proteico (Campabadal, 1987; Jarquín, 1987). Esto concuerda con los resultados del presente estudio. No se reporta en la literatura consultada al momento de realizar la presente investigación, datos correspondientes al análisis químico de la hoja de banano.

El contenido de ceniza en la hoja de banano, en estado pasteurizado, no

**CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS DE LA SUMA DE CUADRO TIPO III PARA LAS DIFERENCIAS DE LAS VARIABLES DE CALIDAD ENTRE SUSTRATOS FRESCOS VERSUS PASTEURIZADOS.**

Fuente de Variación	CM		CM		CM		CM		
	g.l.	CENIZAS	g.l.	NITRÓGENO	g.l.	LIGNINA		CELULOSA	g.l.
Sustrato	2	3.901ns	2	0.355ns	2	21.553*	125.763**	2	177.254ns
Canasta(Sustrato)	6	0.957**	6	0.131**	6	3.009ns	6.923ns	5	36.371ns
Error	17	0.035	9	0.017	8	3.699	14.637	6	20.874
Total	25	-	17	-	16	-	-	13	-
CV, %		10.9		103.0		-40.3	-268.9		210.4

CV = Coeficiente de Variación. CM = Cuadrado Medio.

\*\* = P<0.01 \* = P<0.05 ns = no significativo

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

Sustrato	CENIZA	NITRÓGENO	LIGNINA	CELULOSA	HEMICELULOSA
Paja Arroz	13.65 ± 0.75 <sup>a</sup>	1.59 ± 0.11 <sup>a</sup>	5.74 ± 0.63 <sup>a</sup>	33.92 ± 1.24 <sup>a</sup>	26.80 ± 2.51 <sup>a</sup>
Pulpa Café	6.28 ± 0.70 <sup>b</sup>	3.01 ± 0.11 <sup>b</sup>	20.97 ± 0.73 <sup>b</sup>	36.51 ± 1.44 <sup>a</sup>	8.82 ± 4.35 <sup>b</sup>
Hoja Banano	14.20 ± 0.70 <sup>b</sup>	2.18 ± 0.11 <sup>c</sup>	11.75 ± 0.63 <sup>c</sup>	23.15 ± 1.24 <sup>b</sup>	19.10 ± 2.51 <sup>a</sup>

Medias en cada columna con la misma letra no difieren entre sí al 1% (P>0.01)

presentó diferencia significativa respecto al mismo contenido en paja de arroz, pero fue 126.1% más alto ( $P < 0.05$ ) que en la pulpa de café (Cuadro 5). Por otra parte, el contenido de ceniza en la paja de arroz fue 124.5% superior ( $P < 0.05$ ) al de la pulpa de café. El mayor contenido de nitrógeno en el estado pasteurizado se encontró en la pulpa de café al igual que en el estado fresco, superando la pulpa en 70.8% a la hoja de banano y en 92.4% a la paja de arroz ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, no existió diferencia significativa en el contenido de nitrógeno entre la paja de arroz y la hoja de banano ( $P > 0.05$ ). Al igual que en el estado fresco, la pulpa de café superó a los otros sustratos en el contenido de lignina y celulosa.

El contenido de lignina en la pulpa de café superó a la hoja de banano en 7.67 unidades porcentuales y a la paja de arroz en 18.45 unidades porcentuales. Todos los valores difieren entre sí ( $P < 0.05$ ).

El contenido de celulosa fue más alto en la pulpa de café que en la hoja de banano con una diferencia de 3.63 unidades porcentuales. Por otro lado, el contenido de celulosa en la paja de arroz fue ligeramente superior al mismo contenido en la pulpa de café ( $P > 0.05$ ).

El contenido de hemicelulosa en la pulpa de café fue el más bajo, presentando una diferencia significativa

( $P < 0.05$ ), respecto a la paja de arroz y a la hoja de banano. Sin embargo, entre estos dos últimos sustratos, no se observó diferencia significativa en cuanto al contenido de hemicelulosa.

No existe en la literatura revisada al momento de realizar esta investigación, datos sobre la composición química de los sustratos pasteurizados. Aquellos trabajos que reportan como estado inicial al sustrato pasteurizado, emplean paja de trigo y no paja de arroz (Adamoviç y col., 1998). Otros trabajos que reportan la utilización de la paja de arroz, toman como estado inicial del sustrato a la muestra del sustrato inoculado al primer día de la siembra (Zhang y col., 2002). Por lo anterior, no es posible confrontar los resultados del presente estudio con la literatura.

El análisis diferencial (Cuadro 6) demostró que el sustrato más susceptible a la pasteurización fue la hoja de banano. Esta susceptibilidad se estimó en función del mayor grado de variabilidad encontrado en los indicadores de calidad para este sustrato, luego del proceso de pasteurización.

## CONCLUSIONES

- ⊕ Se rechaza la hipótesis nula  $H_0: T_1 = 0$ , en los indicadores de calidad tanto para el estado

**CUADRO 5. MEDIAS AJUSTADAS Y ERROR ESTÁNDAR DE LAS VARIABLES DE RESPUESTAS POR SUSTRATO EN ESTADO PASTEURIZADO.**

Sustrato	CENIZA	NITRÓGENO	LIGNINA	CELULOSA	HEMICELULOSA
Paja Arroz	11.72 ± 0.67 <sup>a</sup>	1.58 ± 0.09 <sup>a</sup>	8.57 ± 0.88 <sup>a</sup>	34.31 ± 1.03 <sup>a</sup>	28.46 ± 1.98 <sup>a</sup>
Pulpa Café	5.22 ± 0.67 <sup>b</sup>	3.04 ± 0.09 <sup>b</sup>	26.02 ± 1.02 <sup>b</sup>	33.16 ± 1.19 <sup>a</sup>	6.94 ± 3.43 <sup>b</sup>
Hoja Banano	11.80 ± 0.72 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.09 <sup>a</sup>	18.35 ± 0.88 <sup>c</sup>	29.53 ± 1.03 <sup>b</sup>	13.08 ± 1.98 <sup>a</sup>

Medias en cada columna con la misma letra no difieren entre sí al 5% (P>0.05).

**CUADRO 6. MEDIAS AJUSTADAS Y ERROR ESTÁNDAR DEL DIFERENCIAL ENTRE EL ESTADO INICIAL Y PASTEURIZADO DE LAS VARIABLES DE RESPUESTAS POR SUSTRATO.**

Sustrato	CENIZA	NITRÓGENO	LIGNINA	CELULOSA	HEMICELULOSA
Paja Arroz	1.93 ± 0.35 <sup>b</sup>	0.01 ± 0.15 <sup>a</sup>	-2.83 ± 0.72 <sup>b</sup>	-0.39 ± 1.07 <sup>a</sup>	-1.67 ± 2.46 <sup>a</sup>
Pulpa Café	1.05 ± 0.32 <sup>a</sup>	-0.03 ± 0.15 <sup>a</sup>	-5.04 ± 0.83 <sup>a</sup>	3.26 ± 1.24 <sup>a</sup>	6.01 ± 2.46 <sup>b</sup>
Hoja Plátano	2.39 ± 0.35 <sup>a</sup>	0.41 ± 0.15 <sup>a</sup>	-6.60 ± 0.72 <sup>a</sup>	-6.37 ± 1.07 <sup>b</sup>	-

Medias en cada columna con la misma letra no difieren entre sí al 5% (P>0.05)

fresco como para el estado pasteurizado de los sustratos analizados. Las diferencias significativas encontradas en la composición química de los sustratos medidas en términos de los indicadores de calidad propuestos, demuestran que ellos aportan variedad de alternativas para el cultivo de hongos comestibles.

- ✱ Se rechaza la hipótesis nula  $H_0 T_i = 0$ , respecto al efecto de la pasteurización en los indicadores de calidad por cuanto se encontró diferencia en los indicadores lignina y celulosa, luego del tratamiento de pasteurización. El mayor nivel de respuesta a la pasteurización se encontró en la hoja de banano.

## RECOMENDACIONES

- ✱ De acuerdo a la composición química, la pulpa de café se recomienda para aquellas cepas cuyo desarrollo se favorece por un contenido de nitrógeno elevado. Asimismo, se recomienda para el cultivo de especies lignocelulolíticas por su alto contenido de lignina y celulosa. Sin embargo, la pulpa de café presenta sustancias como taninos y cafeína, consideradas sustancias antifisiológicas que deben ser evaluadas, tanto en los sustratos como en el cuerpos fructíferos.
- ✱ La hoja de banano se presenta como un buen sustrato para cepas con menores requerimientos de nitrógeno y aquellas cepas lignocelulolíticas. La paja de arroz, al igual que la hoja de banano, aportan un buen contenido de minerales, lo cual es importante para el desarrollo de los hongos. Además, la paja de arroz aporta un contenido elevado de celulosa y hemicelulosa, lo cual incide positivamente en la fructificación.
- ✱ En estudios sobre el cultivo de hongos comestibles debe tomarse como estado inicial del sustrato al estado pasteurizado.
- ✱ Se recomienda aumentar el espectro de sustratos posible mediante caracterización de otros desechos agroindustriales o bien por inclusión de otras partes de una misma muestra vegetal (tallos, hojas, etc). Se recomienda además la inclusión del estudio de otros indicadores de calidad en la caracterización química como, por ejemplo, azúcares libres, contenido de carbono, así como la detección de sustancias antifisiológicas, por ejemplo, taninos y cafeína.

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de Fundación Natura y del Programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) a través del sub-Programa IV: Biomasa como Fuentes de Productos Químicos y Energía.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMOVIĆ, M.; BRUBIĆ, G.; MILENKOVIĆ, I.; JOVANOVIĆ, R.; PROTIĆ, R.; SRETENOVIĆ, L.; SOTIĆEVIĆ, L.J. 1998. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. *Animal Feed Science Technology* 71: 357-362.
- AOAC. 1976. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 12th ed. Washington D.C., USA. 1015 p.
- 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. *W. J. Microbiol. Biotechnol.* 12: 537-542.
- CRG. 2001. Panamá en Cifras. Dirección de Estadística y Censo. Contraloría General de la República. Panamá, Panamá. 304 p.
- DE LEÓN, R.; PORRES, C.; POLTZ, C.; CAMPOS, N. 1987. Crecimiento de hongos sobre la pulpa de café. *En Aprovechamiento de subproductos y tratamiento de efluentes del beneficio del café: Memorias del tercer simposio internacional sobre la utilización integral de los subproductos del café.* Porres, C.; Rodas, C.; Calzada, J.F. (eds). Guatemala, Guatemala. 115 p.
- EGER, R. 1978. Biology and breeding of *Pleurotus*. *In The biology and cultivation of edible mushrooms.* Chang, S.T.; Hayes, W.A. (eds.) Academic Press. New York, USA. 213 p.
- 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. I. P. N. México. pp. 75-91.
- HANG, R.; LI, X.; FADEL, J.G. 2002. Oyster Mushroom cultivation with rice and wheat straw. *Biores. Tech.* 82: 277-284.
- JLTA. 2000. Technical Manual for Feed Analysis. Japan Livestock Technology Association. Japan. pp.10-14.

- MARTÍNEZ-CARRERA, D.; AGUILAR, A.; MARTÍNEZ, W.; BONILLA, M.; MORALES, P.; SOBAL, M. 2000. Commercial production and marketing of edible mushrooms cultivated on coffee pulp in Mexico. *In Coffee Biotechnology and Quality*. pp. 471-488. Sera, T. y col. (eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- 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*. John Wiley and Sons. New York, USA. 575 p.
- STEEL, R.G.B.; J.H. TORRIE. 1980. *Principles and procedures of Statistics: Abiometrical approach*. 2nd ed. McGraw-Hill Book Company. New York, USA. 633 p.
- THOMAS, G.V.; PRABNU, S.R.; REENY, M.Z.; BOPAIAH, B.M. 1998. Evaluation of Lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *W.J. Microbiol. Biotechnol.* 14: 879-882.

## CARACTERIZACIÓN ARBÓREA DE FINCAS GANADERAS EN LA REGIÓN ORIENTAL DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1998. <sup>1</sup>

Manuel Humberto Ruiloba <sup>2</sup>; Juan Carlos Ruiz <sup>3</sup>;  
Hernán Navarro <sup>4</sup>; José Verdiales <sup>5</sup>

### RESUMEN

Se caracterizó el componente arbóreo en potreros de fincas ganaderas en la región oriental de Chiriquí, donde predomina la cría y ceba extensiva. El 97.5% de las cercas es de tipo cerca viva, con un promedio de 444 árboles/km. La longitud promedio de cercas/finca es de 5.5 km, lo que equivale a 2,442 árboles a nivel de cercas. En las cercas se identificaron 35 especies de árboles, incluyendo maderables (85.7%), leguminosas (5.7%) y frutales (8.6%). Las principales especies son: *B. simaruba*, *A. occidentale*, *C. americana*, *S. mombin* y *B. crassifolia*. Todas las fincas presentaron árboles en el área interna del potrero, en la modalidad de dispersión y minibloques, plantados principalmente en las áreas con pasturas y minicuencas. La densidad promedio en el área de pastoreo es de 42.2 árboles/ha, lo que representa 2,248 árboles/finca. En el área de pastoreo se identificaron 36 especies, incluyendo maderables (77.8%), leguminosas (2.8%) y frutales (19.4%); la *C. alliodora*, *C. americana*, *G. ulmifolia*, *B. crassifolia* y *C. fistula* son las principales. Al considerar cercas y áreas de pastoreo, la finca presentó una densidad promedio de 86 árboles/ha. Esta densidad puede ser mejorada en cantidad y calidad, no sólo dentro de un enfoque ambiental, también comercial, lo que mejoraría apreciablemente el beneficio económico de la finca.

**PALABRAS CLAVES:** Ganadería; sistema silvopastoril; árbol en potrero y cerca viva.

<sup>1</sup> Proyecto Reforestación Estratégica de Potreros en Fincas Ganaderas en San Lorenzo, Chiriquí, Panamá. GRUCITED – Fundación NATURA.

<sup>2</sup> Ph.D. Nutrición Animal, Especialista en Ganadería, GRUCITED.

<sup>3</sup> Agro., Técnico en Ganadería. GRUCITED.

<sup>4</sup> Agro., Técnico en Ganadería. GRUCITED.

<sup>5</sup> Ing. Agr., Técnico en Proyectos Ambientales. Fundación NATURA.

## TREES CHARACTERIZATION IN LIVESTOCK FARMS IN ORIENTAL REGION OF CHIRIQUI, PANAMÁ. 1998.

The tree component in paddocks of livestock farms of an area in Chiriquí was characterized. In this area, livestock is extensive, with four types of production systems: breeding, fattening, breeding-fattening and breeding-milking. Most fences are of the living type (97.5%), with a mean of 444 trees/km and 2442 trees/farm. The living fences have 35 species of trees, including timbers (85.7%), legumes (5.7%) and fruits (8.6%). The principal species are: *B. simaruba*, *A. occidentale*, *C. americana*, *S. mombin* and *B. crassifolia*. All farms present trees in the grazing area of paddocks, planting in dispersion and miniblock modalities. Trees are planting mainly in areas with pastures and in small watersheds. Grazing areas (without fences) have a tree density of 42.2 trees/ha, with a total population of 2248 trees/farm. In these areas were identified 36 species, including timbers (77.8%), legumes (2.8%) and fruits (19.4%). The main species are: *C. alladora*, *C. americana*, *G. ulmifolia*, *B. crassifolia* and *C. fistula*. With respect to the paddock, including fences and grazing areas, the mean tree density is 86 trees/ha. It is concluded that many of species should be changed and tree density should be increased to obtain a better contribution of the livestock farm to the ambient, but also to the farmer income. Trees are planting mainly in areas with pastures and in small watersheds.

**KEY WORDS:** Livestock; silvopastoral system; trees in grasslands and living fences

### INTRODUCCIÓN

En Panamá, las fincas ganaderas disponen de árboles dispersos en los potreros y en las cercas; sin embargo, se considera que el nivel de reforestación de estas fincas es bajo, aunque no existen estudios al respecto. En la mayoría de estas fincas, la población de árboles en los potreros es producto de procesos naturales de reforestación, excepto a nivel de cercas vivas, los cuales son plantados por el ganadero.

Adicional a los beneficios en la conservación de la biodiversidad, los árboles en potreros tienen como función básica proporcionar sombra al ganado y proveer postes, estacas

y leña, constituyendo sistemas silvopastoriles de poca importancia económica para el ganadero. En este sentido, son pocos los estudios de caracterización de los árboles en potreros (Souza de Abreu y col., 2000) y los esfuerzos para lograr un mayor uso económico y ecológico del sistema silvopastoril, a pesar de que muchas especies maderables y frutales de alto valor comercial son compatibles con la presencia del ganado en el potrero.

El objetivo del presente estudio fue realizar una caracterización del componente arbóreo en potreros de un área ganadera de la provincia de Chiriquí, en Panamá.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en 1998, en el distrito de San Lorenzo, localizado entre los 8° 00 longitud Oeste, en la región Oriental de la provincia de Chiriquí, donde se tiene básicamente ganadería de cría y ceba. Se utilizó un muestreo estratificado por corregimiento dentro del distrito, con un tamaño de muestra del 10% del total de fincas ganaderas, lo que representó 36 fincas. A nivel de corregimiento, las fincas se seleccionaron al azar, en base a un inventario de ganaderos. A nivel de finca, se utilizó un solo potrero, seleccionado al azar.

Para las determinaciones en las cercas, se muestreó una longitud aproximada al 50% del total de cercas del potrero, utilizando dos cercas. En cada cerca seleccionada se utilizaron tramos de 25 metros, separados por tramos de 50 metros. Para las determinaciones en el área de pastoreo, se muestreó una subárea correspondiente al 25% del área total de pastoreo. La información levantada incluyó el sistema de producción, especies, predominancia cuantitativa de las especies, cantidad de árboles en cercas y área de pastoreo y modalidades de plantación. El análisis de la información incluyó promedio y desviación estándar; además, se establecieron correlaciones entre parámetros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. *Sistemas de producción*

Los sistemas ganaderos que se utilizan en esta región incluyen el de cría, ceba, cría-ceba y cría-leche, los que representan el 74.4 ( $\pm 40.5$ ), 10.1 ( $\pm 24.5$ ), 10.3 ( $\pm 15.2$ ) y 5.2 ( $\pm 15.1$ ) por ciento del total de fincas, respectivamente. En promedio, las fincas tienen un tamaño de 51.6 ha ( $\pm 53.0$ ) y 5 potreros ( $\pm 4.2$ ). El sistema de cría tiene el menor número de potreros (3) y el mayor tamaño de potrero (17.2 ha), contrario a los sistemas mixtos de cría-ceba y cría-leche que presentan el mayor número de potreros (8) y menor tamaño (6.5 ha) de potrero.

### 2. *Caracterización arbórea de las cercas*

El 97.5% ( $\pm 5.0$ ) de las cercas son del tipo cerca viva, compuestas por estacas vivas y árboles con una altura mínima de 2.0 - 2.5 metros; el resto de las cercas es del tipo cerca viva, compuesta por estacas y postes secos. La cantidad promedio de árboles en las cercas vivas es de 444/km ( $\pm 65.1$ ), con una distancia entre árboles de 2.25 metros. Este parámetro presentó una correlación negativa con el tamaño de la finca, pero baja (0.19). En base al tamaño promedio de las fincas y número pro-

**CUADRO 1. ESPECIES DE ÁRBOLES Y CANTIDAD DE FINCAS CON LA ESPECIE EN LA CERCA VIVA.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FINCAS CON LA ESPECIES	
		PORCENTAJE	DESVIACIÓN ESTANDAR
Almácigo	<i>Busera simaruba</i>	58.8	15.7
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	53.8	15.8
Jobo	<i>Spondia mombin</i>	51.0	14.7
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	48.6	18.7
Jagua	<i>Jenipa Americana</i>	38.3	14.3
Chumico	<i>Curatella americana</i>	34.5	15.8
Canillo	<i>Miconia argentea</i>	23.0	24.7
Macano	<i>Diphysa robinoides</i>	20.5	17.0
Balo	<i>Gliricida sepium</i>	15.4	15.6
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	15.4	13.0
Cedro	<i>Cedrela</i> sp.	10.1	8.5
Higuerón	<i>Ficus</i> sp.	7.6	11.0
Pito	<i>Erythrina poeppigiana</i>	7.6	8.7
Quira	<i>Platymiscium pinnatum</i>	7.6	8.7
Cañafistula	<i>Cassia fistula</i>	5.2	5.0
Sigua	<i>Nectandra</i> sp.	5.2	9.5
Coquillo	<i>Astrocaryum alatum</i>	5.1	9.0
Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5.1	9.0
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.1	9.6
Teca	<i>Tectona grandis</i>	5.1	9.0
Anaijan	<i>Myrcia fosterii</i>	5.0	7.5
Malaqueto	<i>Xilopia grandifolia</i>	5.0	7.7
Cacho de vaca	<i>Brosimum utile</i>	2.7	3.8
Calabazo	<i>Crescentia cujete</i>	2.7	3.8
Caraño	<i>Zuelamia quidonia</i>	2.7	4.0
Espavé	<i>Anacardium excelsum</i>	2.7	4.0
Mango	<i>Manguijera indica</i>	2.7	4.0
Frijolillo	<i>Albisia adinocephala</i>	2.6	5.0
Jobito	<i>Spondia</i> sp.	2.6	5.0
Cacoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	2.5	4.5
Frío	(Sin identificar)	2.5	4.5
Higo	<i>Ficus</i> sp.	2.5	4.5
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	2.5	5.0
Poro poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2.5	5.0
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	2.5	4.5

medio de potreros, la longitud promedio en cercas es de 5.5 km/finca, lo que representa una población total de árboles a nivel de cercas de 2,442/finca.

La relación promedio cerca/área de potrero es de 0.106 km/ha, resultando menor para el sistema de cría (0.089) y mayor para los sistemas mixtos (0.140), lo que implica que los sistemas mixtos tienen un manejo más intensivo de la pastura. Para sistemas más intensivos como los de doble propósito y especializados de producción de leche, se ha reportado una relación mayor, 0.19 km/ha (Souza de Abreu y col., 2000).

En las cercas se identificaron 35 especies, de las cuales 30 son maderables (85.7%), tres son frutales (8.6%) y dos son leguminosas (5.7%) (Cuadro 1). De las maderables, 11 (31.4%) y 19 (68.6%) especies se clasificaron de alto y bajo valor comercial, respectivamente. En base a la proporción de fincas donde la especie forma parte de la cerca (Cuadro 1), en orden descendente, las especies más importantes son: **B. simaruba**, **A. occidentale**, **C. americana**, **S. mombin** y **B. crassifolia**. Al considerar la proporción de fincas donde la especie presenta la mayor cantidad o predominancia cuantitativa, las especies principales son el **B. simaruba** (18.5%±15.2), **A. occidentale** (14.9%±11.1), **C. americana** (10.2%±7.1), **S. mombin** (10.1%±14.8) y **B. crassifolia** (9.5% ± 9.8). El **B. simaruba** y **S. mombin** son especies

maderables de bajo valor comercial, cuyo uso es como poste, estación y leña, al igual que el **C. americana**, cuyo uso se limita a la confección de sillas para montar equinos. El **A. occidentale** y **B. crassifolia** son frutales con potencial económico, pero no tiene uso comercial en estas fincas. Este estudio, al igual que otros reportados en la literatura (Somarriba, 1995; Otárola, 1995), indica el potencial de uso de la cerca viva, tanto desde el punto de vista ecológico como zootécnico y económico.

### 3. Caracterización arbórea del área de pastoreo

Todas las fincas presentaron árboles a nivel del área de pastoreo del potrero. En el 66.6% (± 10.5) de las fincas los árboles están plantados sólo bajo la modalidad de dispersión y en el 33.4% (± 10.5) bajo dispersión combinada con minibosques o minibloques. El 97.4% (± 4.6) de las fincas tienen árboles en el área con pastura, 2.6% (± 4.6) en áreas sin pastura y 92.3% (± 4.9) en áreas correspondientes a fuentes de agua. La densidad promedio de árboles en el área de potrero es de 42.2/ha (± 5.6), con un total promedio de 2,248 árboles/finca. La densidad de árboles presentó una correlación negativa con el tamaño de la finca (-0.94), lo que indica que a mayor tamaño de la finca, menor densidad de árboles. Esta densidad de árboles es el doble de la reportada

**CUADRO 2. ESPECIES DE ÁRBOLES Y CANTIDAD DE FINCAS CON LA ESPECIES EN EL AREA DE PASTOREO.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FINCAS CON LA ESPECIES	
		PORCENTAJE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	58.9	6.0
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	51.3	11.2
Jagua	<i>Jenipa americana</i>	38.5	1.7
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	35.9	18.8
Cañafístula	<i>Cassia fistula</i>	33.4	10.0
Chumico	<i>Curatella americana</i>	30.8	23.5
Harino	<i>Andira inermis</i>	25.7	12.6
Jobo	<i>Spondia mombin</i>	17.9	15.4
Quira	<i>Platymiscium pinnatum</i>	17.9	13.3
Macano	<i>Diphysa robinoides</i>	17.9	13.3
Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	15.4	16.6
Canillo	<i>Miconia argentea</i>	15.4	9.1
Higuerón	<i>Ficus sp.</i>	12.8	8.7
Espavé	<i>Anacardium excelsum</i>	12.8	13.9
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	10.3	7.5
Cedro	<i>Cedrela sp.</i>	10.3	7.5
Arraijan	<i>Myrcia fosteril</i>	10.3	5.6
Algarrobo	<i>Hymenea courbaril</i>	7.7	9.5
Mamón	<i>Melicoca bijuga</i>	5.1	9.6
Guárumo	<i>Cecropia sp.</i>	5.1	5.5
Pito	<i>Erythrina poeppigiana</i>	5.1	4.9
Roncador	<i>Licania arborea</i>	5.1	7.7
Limón	<i>Citrus limon</i>	5.1	9.4
Guayacán	<i>Tabebuia guayacan</i>	5.1	7.7
Barrigón	<i>Cavallinesia platanifolia</i>	2.6	5.0
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	2.6	5.0
Mango	<i>Manguifera indica</i>	2.6	9.6
Cortezo	<i>Apeiba tiborbou</i>	2.6	5.6
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	2.6	4.6
Guachapali	<i>Albizzia guachapale</i>	2.6	4.6
Malageto	<i>Xilopia grandifolia</i>	2.6	3.8
Guabito	<i>Pithecolobium rufescens</i>	2.6	3.8
Almácigo	<i>Busera simaruba</i>	2.6	3.8
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	2.6	10.0
Cedro espino	<i>Bombacopsis quinatum</i>	2.6	10.0
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	2.6	3.5

por Souza de Abreu y col. (2000) en sistemas de producción de leche en Costa Rica, pero prácticamente la mitad de la reportada por Giraldo y col. (1995) en un estudio realizado en una finca ganadera en Colombia. Cameron y col. (1994) indican que una densidad entre 50 a 80 árboles/ha podría ser considerada para mantener una adecuada producción de pastura.

En el área de pastoreo se identificaron 36 especies, pero sólo el 60% corresponde a especies que forman parte de las cercas vivas. Estas especies incluyen 28 maderables (77.8%), siete frutales (19.4%) y una leguminosa (2.8%) (Cuadro 2). De las maderables, 11 (30.6%) y 17 (69.4%) especies son de alto y bajo valor comercial, respectivamente. En orden descendente, las especies que se encuentran en el área de potrero con mayor frecuencia son: *C. alliodora*, *C. americana*, *B. crassifolia*, *G. ulmifolia* y *C. fistula* (Cuadro 2). Con respecto a la cantidad o predominancia cuantitativa, las especies principales son: *C. alliodora* (18.3%  $\pm$  9.7), *C. americana* (11.9%  $\pm$  14.6), *C. ulmifolia* (10.6%  $\pm$  8.1), *B. crassifolia* (8.8%  $\pm$  8.4) y *C. fistula* (8.1%  $\pm$  10.6), todas de bajo valor comercial, excepto el laurel. Esta última especie también ha sido reportada como una de las más abundantes en fincas ganaderas de Costa Rica, ya que se regenera naturalmente

sin ningún manejo silvicultural (Souza de Abreu y col., 2000).

Al considerar la cantidad promedio de árboles a nivel de cercas y áreas de potreros, la finca presenta un total de 4,403 árboles, 51% en las cercas y 49% por las áreas de pastoreo. En base a esto, la finca tiene una densidad promedio de 86 árboles/ha. En términos de reforestación convencional, con una densidad de siembra inicial de 1,110 árboles/ha, la finca presenta una reforestación promedio equivalente a 3.97 ha, lo que representa el 7.75% de su área total promedio.

A pesar de la función de los árboles como integrantes de las cercas, el 100% de los ganaderos reportaron que utilizaban los árboles para sombra del ganado, 94.8% ( $\pm$  17.2), como fuente de madera para cerca y leña y 5.1% ( $\pm$  10.8) para protección de cuencas; ninguno reportó su uso como forraje.

En cuanto al uso comercial, el 94.9% de los ganaderos ( $\pm$  17.2) venden postes; 79.5% ( $\pm$  19.3) estacas vivas; 72.0% ( $\pm$  22.8) leña; 56.0% ( $\pm$  15.0) madera y 5.1% ( $\pm$  11.8) frutas; sin embargo, no fue posible establecer la frecuencia y la magnitud del uso.

## CONCLUSIONES

Prácticamente todas las fincas ganaderas usan cercas vivas y tienen árboles plantados en el área interna del potrero, pero utilizan una gran cantidad de especies, muchas de estas producto de procesos naturales de reforestación. Las especies principales incluyen maderables y frutales, algunas con potencial comercial; sin embargo, no hay un enfoque ganadero hacia la generación de ingresos por medio del recurso arbóreo, a pesar de que muchos venden algunos productos de la reforestación. La población de árboles a nivel de cerca es relativamente alta, no así a nivel del área de pastoreo, lo que sugiere esfuerzos de reforestación dirigidos a mejorar la población y el uso de especies con valor comercial, a través de procesos de reforestación compatibles con el manejo del ganado en el potrero.

## BIBLIOGRAFÍA

CAMERON, D.; RANCE, S; EDWARDS D. CH; JONES, D. 1994. Árboles y pasturas: Un estudio sobre los efectos del espaciamento. *Agroforestería de las Américas* 1 (1): 18-20.

GIRALDO V, L.A.; BOTERO J.; SILDARRIEGA, J.; DAVID, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la Región Atlántica de Colombia. *Agroforestería de Las Américas* 2 (8): 14-19.

OTÁROLA, A. 1995. Cercas vivas en madero negro: Práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. *Agroforestería de las Américas* 2 (5): 24-30.

SOMARRIBA, E. 1995. Guayaba en potreros: Establecimiento de las cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. *Agroforestería de las Américas* 2 (6): 27-29.

SOUZADE ABREU, M. E.; IBRAHIM, M.; HARVEY, A.; JIMÉNEZ, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en sistemas ganaderos de la Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas* 7 (26): 53-56.

**EFFECTO DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO, SECADO Y ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR. PANAMÁ. 1999.**

**Pedro Guerra M.<sup>1</sup>; Alfonso W. Pinto R.<sup>2</sup>; Ricaurte Quiel.<sup>3</sup>**

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en mayo de 1999 en la Estación Experimental de Gualaca (Chiriquí) con el fin de estimar el efecto del tiempo de fermentación en estado sólido, secado y almacenamiento (TFSA) sobre la calidad nutritiva de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Se escogieron al azar plantas enteras de caña de azúcar, variedad Raignar; después de 24 h se procedió a deshojar y cortar los tallos mecánicamente en tamaños de 1 a 5 mm. Se le adicionó 1.5% de urea y 0.5% de una sal mineralizada (55% sal cruda, 45% harina de hueso y 5% concentrado mineral). La mezcla se dejó fermentar al sol en capas de 5 cm por 8 h; la cual se volteaba cada dos horas para su aireación y homogenización. Posteriormente, se almacenó en sacos que fueron depositados en un lugar fresco y techado hasta completar 24 h de fermentación. El secado al sol continuó hasta el tercer día. Al final del día se pesaron y embolsaron 15 kg para cada unidad experimental y se asignaron tres réplicas a cada TFSA. A partir del cuarto día se inició la fase de almacenamiento. Los TFSA se definieron como el proceso de fermentación (24 h), secado (48 h) y almacenamiento (1, 5, 8, 12 y 29 días). Los TFSA fueron: día-4, día-8, día-11, día-15 y día-32. Al cumplimiento de cada TFSA se tomaron 200 g de cada réplica para análisis químico. Las variables de respuesta fueron: materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS), Ca, P, K, Mg, Zn y Mn. Los resultados de laboratorio se analizaron mediante técnicas de regresión simple y polinomial y modelos no lineales en los parámetros. Los contenidos de Ca, P, Mg, Zn y Mn se ajustaron a una función lineal, mientras que PC y K se ajustaron a una función cuadrática y cúbica, respectivamente. Para DIVMS la respuesta fue lineal negativa. La MS, FDN y FC se ajustaron a un modelo de crecimiento exponencial negativo. Para FDA no se encontró ajuste matemático. Los rangos de Ca, P, Mg, Zn, Mn y DIVMS fueron: 0.233 a 0.560%; 0.417 a 0.673%; 0.510 a 0.760%; 14.333 a 22.000 ppm;

<sup>1</sup> Ing. Agr. Zoot., M.Sc. Mejoramiento Genético Animal. Estación Experimental de Gualaca. IDIAP.

Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: pguerra@idiap.gob.pa

<sup>2</sup> Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Chiriquí, David, Rep. de Panamá.

<sup>3</sup> Ing. Agr. Zoot. Estación Experimental de Gualaca. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOcc). e-mail: rquiel@idiap.gob.pa

26.000 a 28.333 ppm; y 49.820 a 23.557%, respectivamente. Para PC, K y FDA fueron 12.173 a 19.843%; 0.043 a 0.673 y 50.80 a 54.08%, respectivamente. Los rangos de MS, FDN y FC fueron 87.387 a 94.057%; 61.863 a 87.547% y 38.00 a 54.23%, respectivamente. La mejor calidad nutritiva de la **Saccharina** se obtuvo en TFSA de 4 a 11 días.

**PALABRAS CLAVES:** Saccharina; fermentación en estado sólido; calidad nutritiva.

### **EFFECT OF THE FERMENTATION TIME IN SOLIDE STAGE, DRYING AND STORING ON THE NUTRITIVE QUALITY OF SUGAR CANE. 1999.**

In order to estimate the effect of the fermentation time in solid stage, drying and storing (FTDS) on the nutritive quality of the sugar cane (*Saccharum officinarum*) it was performed the present study at Gualaca Experimental Station of IDIAP (Chiriqui). Sugar cane whole plants, Raignar variety, were collected at random and after 24 hours it was proceeded to defoliate and cut the stalks mechanically in size of 1 to 5 mm. It was added 1.5% of urea and 0.5% of mineralized salt (55% raw salt; 45% bone flour and 5% mineral concentrate). Mixture was allowed to ferment during daylight sun at layer of 5 cm for eight hours. Mixture was turned upside down each two hours for its fermentation. Drying at sun continued until the third day. At the end of the day, it was weighted and bagged into 15 kg experimental unit and three replications were assigned at each FTDS. From the fourth day started the storing phase. FTDS were defined as the process of fermentation (24 hours), drying (48 hours) and storing (1, 5, 8, 12 and 29 days). FTDS were: day-4; day-8; day-11; day-15 and day-32. From each FTDS and replications were taken 200 g for chemical analysis. Response variables were: dry matter (DM); crude protein (CP); crude fiber (CF); neutral detergent fiber (NDF); acid detergent fiber (ADF); *in vitro* digestibility of DM (IVDDM); Ca, P, K, Mg, Zn and Mn. Laboratory results were analyzed by simple and polynomial regression techniques and by no linear model in the parameters. Contents of Ca, P, Mg, Zn and Mn were adjusted to a linear function, whereas PC and K were adjusted to a quadratic and cubic function, respectively. IVDDM was adjusted to a negative linear function. DM, NDF and FC were adjusted to negative growth exponential model. ADF was not adjusted to any function. the ranks of Ca, P, Mg, Zn, Mn and IVDDM were 0.233 to 0.560%; 0.417 to 0.673%; 0.510 to 0.760%; 14.333 to 22.00 ppm; 26.000 to 28.333 ppm; and 49.820 to 23.557%, respectively. The ranks of PC, K and ADF were 12.173 to 19.843%; 0.043 to 0.673; and 50.80 to 54.08%, respectively. Ranks of DM, NDF and CF were 87.387 to 94.057; 61.863 to 87.547% and 38.99 to 54.23%, respectively. Best nutritive quality of **Saccharina** was obtained on FTDS from 4 to 11 days.

**KEY WORDS:** Saccharina; solid sate fermentation; nutritive quality.

## **INTRODUCCIÓN**

Para la ganadería bovina de cría y doble propósito, la alimentación se basa principalmente en el pastoreo de gramíneas de mediano a bajo valor nu-

tritivo. Sin embargo, estas gramíneas presentan problemas de estacionalidad en su disponibilidad de la materia seca y niveles de proteína cruda, aunado a un descenso de la digestibilidad.

Por otra parte, el uso del riego ha sido limitante y la fertilización no ha sido una tecnología muy adoptada, lo que contribuye a que la productividad y calidad nutritiva de la pradera disminuya drásticamente, siendo más notable en la época de verano o de baja precipitación.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo que se adapta a la mayoría de las condiciones edáficas y climáticas de Panamá, principalmente donde se desarrolla la ganadería y constituye una alternativa energética para la época de verano. De acuerdo a Elías y col. (1990), los altos niveles de carbohidratos solubles y contenido celular, sumado al bajo contenido de proteína cruda, hace factible la inclusión de la urea u otra forma de nitrógeno no proteico para lograr la síntesis de proteína microbiana.

Por otra parte, Elías (1983) y Galindo (1988), citados por Elías y col. (1990), han señalado que este alto contenido de carbohidratos solubles de la caña de azúcar produce inhibición en la celulólisis ruminal, lo cual la limita como fuente básica energética para los rumiantes. Posteriormente, Elías y Lezcano (1990), citado por Elías y col. (1990), demostraron que la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar por 24 horas produjo una disminución de los carbohidratos solubles, además de la transformación del nitrógeno

no proteico en nitrógeno precipitable al ácido tricloroacético (proteína microbiana). De esta forma, obtuvieron el producto llamado **Saccharina**. En este proceso, la energía de los carbohidratos disponibles y la urea como fuente de nitrógeno son utilizados para el crecimiento de la microflora epifítica de la caña de azúcar. Ortega y col. (1991) señalaron que la urea es hidrolizada a amoníaco por la ureasa, la cual actúa en la caña de azúcar y causa la disociación de complejos lignina-carbohidratos presentes en las paredes celulares, mejorándose así la digestibilidad.

Valiño y col. (1992) indicaron que el crecimiento microbiano es el factor principal en la obtención de la **Saccharina**, fenómeno que resulta complejo por el número de variables involucradas por la interacción de especies que se originan en este ecosistema.

La **Saccharina** presenta alto contenido protéico (comparado con la caña de azúcar) y energético. Sin embargo, no se conoce si estos contenidos son afectados por periodos de fermentación, secado y almacenamiento mayores a los tres días, reportado por Lezcano y col. (1994), por lo que el presente estudio tuvo como propósito validar la técnica de la fermentación en estado sólido desarro-

llada por Elías y col. (1990) sobre la calidad nutritiva de la caña de azúcar prolongando el proceso desde la fermentación al almacenamiento hasta los 32 días.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación:** El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de Gualaca del IDIAP, ubicada a 45 msnm en Gualaca, provincia de Chiriquí, Panamá, durante el mes de mayo de 1999.

**Condiciones agroclimáticas:** La precipitación anual en la Estación Experimental de Gualaca fue de 4,030 mm y la temperatura media anual fue de 25.6°C con máxima de 30.0°C y mínima de 18.0°C. La humedad relativa varió de 36% en época seca a 85% en la época lluviosa. La Estación está ubicada en el ecosistema de sabana isohipertérmico con suelos inceptisoles y bien drenados. El pH es de 4.6, saturación de aluminio de 28.2% y materia orgánica de 4.6%.

**Material experimental:** Se escogieron al azar plantas enteras de caña de azúcar de la variedad Raignar. Después de 24 h de cortadas, se procedió a deshojarlas y cortarles el cogollo. Posteriormente, los tallos se picaron mecánicamente en tamaños de 1 a 5 mm

(Valiño y col., 1990, citado por Lezcano y Elías, 1992).

### **Preparación del material para la fermentación en estado sólido:**

Para la preparación del material se utilizó el procedimiento de Elías y col. (1990). En una plancha de concreto, se mezcló el material picado con 1.5% de urea al 46% de nitrógeno y 0.5% de sal mineralizada rica en micro y macroelementos (55% sal común, 45% de harina fina de hueso<sup>1</sup> y 5% de concentrado mineral). El material mezclado fue expuesto al sol a una altura de capa de 5 cm. Posteriormente, se volteaba cada dos horas por ocho horas luz durante el primer día. El volteado se realizó con la intención de aerear y homogeneizar el material mezclado y así facilitar la fermentación aeróbica. Finalizadas las ocho horas luz, la mezcla se recogió en sacos, los cuales fueron colocados en un lugar fresco y techado, para protegerlo de la lluvia, hasta completar 24 h de fermentación. El proceso de secado al sol continuó hasta el tercer día, de acuerdo al procedimiento de Lezcano y col. (1994). De este material picado y fermentado se pesaron y embolsaron 15 kg para cada unidad experimental o réplica; luego se asignaron tres réplicas a cada tiempo de fermentación-secado-almacenamiento (TFSA) en estudio. A partir del cuarto día comenzó la fase de almacenamiento.

<sup>1</sup> Debido a restricciones por el riesgo de la Encefalopatía Espongiforme Bovina se recomienda utilizar un sustituto disponible en el mercado, por ejemplo: concentrado mineral.

**TFSA en estudio:** TFSA se definió como el tiempo utilizado por el proceso de fermentación (24 h), secado (48 h adicionales) y almacenamiento (1, 5, 8, 12 y 29 días). Basado en lo anterior, los TFSA fueron: día-4, día-8, día-11, día-15 y día-32.

**Toma de muestras:** Al cumplimiento de cada TFSA, se tomaron 200 g de la mezcla de cada réplica correspondiente y se depositaron en bolsas de papel debidamente identificadas. Estas muestras se enviaron inmediatamente al laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental de Gualaca para los respectivos análisis.

**Análisis bromatológico:** Se determinaron los análisis de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), zinc (Zn), manganeso (Mn), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) de acuerdo a los procedimientos de la AOAC (1965) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), de acuerdo a Tilley y Terry (1963).

**Análisis estadístico:** Para determinar la existencia de una relación entre las variables de respuesta y el TFSA, se procedió al análisis de regresión (método de mínimos cuadrados) y su validez para fines de predicción y estimación. Así, para el Ca, P, K, Zn, Mn y DIVMS se utilizó la técnica de regresión simple y para la PC y el Mg y FDA

se utilizaron las técnicas de regresión polinomial de segundo y tercer grado, respectivamente (Daniel, 1999; Steel y Torrie, 1980; Drapper y Smith, 1981). La suma de cuadrado secuencial (Tipo I) se utilizó para la prueba de hipótesis de los modelos de regresión. Los modelos de regresión evaluados fueron:

Primer grado o lineal:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Segundo grado o cuadrático:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$$

Tercer grado o cúbico:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3$$

Donde: Y es el estimado de la variable de respuesta, X, X<sup>2</sup> y X<sup>3</sup> es el TFSA en primer (lineal), segundo y tercer grado, respectivamente, y los  $\beta_i$  son los coeficientes parciales de regresión.

Para determinar el grado de ajuste de la ecuación de regresión se realizó la prueba de falta de ajuste o "lack of fit" (Herrera y Barreras, 2000). En esta prueba, la suma de cuadrados del residual o error se subdivide en la suma de cuadrados de la falta de ajuste y la suma de cuadrados del error puro. La hipótesis a probar es:

**Ho: Hay falta de ajuste del modelo de regresión**

**Ha: No hay falta de ajuste del modelo de regresión**

$$F = \frac{\text{CM Falta de ajuste}}{\text{CM Error puro}}$$

Se estimaron otros indicadores de ajuste de la función de regresión como el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de la muestra y la prueba de hipótesis de los coeficientes parciales de regresión mediante la prueba de F utilizando la suma de cuadrados parciales o tipo II. Las hipótesis fueron:

Función lineal:  $H_0: \beta_1 = 0$

Polinomio segundo grado:  
 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$

Polinomio tercer grado:  
 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

Para el análisis estadístico de la MS, FDN y FC se utilizó la técnica de modelos no lineales en los parámetros para fijar la curva de crecimiento exponencial negativa (Marquardt, 1963), la cual se expresa como:

$$Y = \beta_0 (1 - e^{(-\beta_1 X)})$$

Donde: Y es el estimado de la variable de respuesta,  $\beta_0$  es el intercepto, e es una función exponencial (2.718282),  $\beta_1$  es el coeficiente responsable de la curvatura de la curva y X es el TFSA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de regresión simple se detallan en el Cuadro 1. En este análisis, el efecto de la regresión para Ca, P, Mg, Zn, Mn y DIVMS fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ). Por otra parte, la relación en-

**CUADRO 1. CUADRADO MEDIO TIPO I DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN SIMPLE DEL Ca, P, Mg, Zn, Mn y DIVMS.**

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio Tipo I					
		Ca	P	Mg	Zn	Mn	DIVMS
Regresión	1	0.1704**	0.1226**	0.0760**	122.14**	299.64**	1095.6**
Residual	13	0.0104	0.0026	0.0059	6.28	17.94	36.44
Falta de ajuste	3	0.0065 <sup>ns</sup>	0.0015 <sup>ns</sup>	0.0102 <sup>ns</sup>	4.95 <sup>ns</sup>	13.76 <sup>ns</sup>	81.08 <sup>ns</sup>
Error puro	10	0.0116	0.0029	0.0047	6.67	19.20	23.05
CV, %		29.64	10.12	11.87	14.85	13.65	15.26
$r^2$ , %		55.76	78.47	49.53	59.95	56.23	69.81

\*\*  $P < 0.01$

ns = no significativo.

tre la variabilidad de los datos con respecto a la media o coeficiente de variación (CV), para el caso del Ca, resultó alto, con 29.64%, a diferencia del resto de las variables en donde el rango estuvo entre 10.12 a 15.26%, que bajo las condiciones del ensayo resulta aceptable, posiblemente por el rápido aumento de la materia seca.

La variabilidad de los datos representados por el modelo de regresión simple o coeficiente de determinación ( $r^2$ ) resultó alta para el P (78.47%) e intermedia para el resto de los elementos (49.53% a 69.81%). Además, la prueba de adecuación del modelo a los datos demostró que no existe falta de ajuste al modelo lineal en los cinco elementos y DIVMS ( $P > 0.05$ ), por lo que se establece que, bajo condiciones similares a las nuestras, el modelo lineal es el que mejor representa los datos.

De acuerdo a la prueba de ajuste, el modelo cuadrático es la función que estadísticamente ( $P < 0.01$ , Cuadro 2) se ajustó mejor a los contenidos de la PC en el tiempo estudiado. El modelo cuadrático representó el 92.65% de la variación de los datos, mientras que la variabilidad de los datos con respecto a la media fue muy baja y aceptable (5.71%).

El modelo cúbico se ajustó significativamente ( $P < 0.01$ ) a los contenidos de K (Cuadro 3) en el TFSA con

**CUADRO 2. CUADRADO MEDIO DE ANÁLISIS DE REGRESIÓN CUADRÁTICO DE LA PC.**

Fuente de variación	gl	Cuadrado Medio Tipo I
Regresión	2	55.617**
Residual	12	0.735
Falta de ajuste	2	0.604 <sup>ns</sup>
Error puro	10	0.762
CV, %		5.71
$r^2$ , %		92.65

\*\*  $P < 0.01$ ; ns = no significativo.

un CV de 8.52%, mientras que para la FDA esta misma tendencia no resultó estadísticamente significativa ( $P > 0.27$ ), pero con un CV de 12.41%. El modelo cúbico representó el 56.07% de la variabilidad de los datos para el caso del K, mientras que para la FDA apenas representó el 15.44%.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4), los coeficientes parciales de regresión lineal para Ca, P, Mg, Zn, Mn y DIVMS fueron todos diferentes de cero ( $P < 0.01$ ), además se establece que la función lineal es de utilidad para predicción y estimación dentro de los TFSA estudiados.

Los coeficientes parciales de regresión lineal y cuadrática de la PC (Cuadro 5) fueron estadísticamente diferentes de cero ( $P < 0.01$ ), por lo que la función cuadrática es la que mejor funciona para la predicción y estimación de la PC.

**CUADRO 3. CUADRADO MEDIO DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN CÚBICO DEL K Y FDA.**

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio Tipo I	
		K	FDA
Regresión	3	0.000128**	30.0210 <sup>ns</sup>
Residual	11	0.000027	44.8515
Falta de ajuste	1	0.000091 <sup>ns</sup>	31.5363 <sup>ns</sup>
Error puro	10	0.000021	2.0233
CV, %		8.52	12.41
r <sup>2</sup> , %		56.07	15.44

\*\* P<0.01 ns P>0.27

**CUADRO 4. CUADRADO MEDIO DEL ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESIÓN DEL P, Ca, Mg, Zn, Mn y DIVMS.**

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio Tipo II					
		Ca	P	Mg	Zn	Mn	DIVMS
Lineal	1	0.1704**	0.1226**	0.0760**	122.14**	299.64**	1095.6**
Residual	13	0.0104	0.0026	0.0059	6.28	17.94	36.44

\*\* P<0.01

Los coeficientes parciales de regresión lineal, cuadrático y cúbico resultaron estadísticamente diferentes de cero (P<0.01) para el K (Cuadro 6). Sin embargo, para la FDA se encontró una remota respuesta a ser diferente de cero (P<0.27). La función cúbica es la que mejor se aplica para estimaciones y predicciones del K.

Los resultados del análisis de varianza utilizando modelos no lineales en los parámetros (curva de crecimiento exponencial negativo) se detallan en el Cuadro 7. Para la MS, FDN y

FC, el modelo no lineal propuesto resultó ajustarse estadísticamente (P<0.01) a los datos. La dispersión de los datos con respecto a la media (CV) de la MS y FDN fueron menores al 8.0% y muy aceptables, mientras que para la FC fue moderadamente más alta (13.06%), pero aún así es aceptable bajo las condiciones del estudio.

Por otra parte, el modelo de crecimiento exponencial negativo explica más del 98% de la variación de los datos de la MS, FDN y FC de la **Saccharina**. La mayor explicación se

**CUADRO 5. CUADRADO MEDIO DEL ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESIÓN DE LA PC.**

Fuente de variación	gl	Cuadrado Medio Tipo II
Lineal	1	62.753**
Cuadrático	1	40.785**
Residual	12	0.735

\*\* P&lt;0.01

**CUADRO 6. CUADRADO MEDIO DEL ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE REGRESIÓN DE K y FDA.**

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio Tipo II	
		K	FDA
Lineal	1	0.000205**	59.5931 <sup>ns</sup>
Cuadrático	1	0.000243**	71.3758 <sup>ns</sup>
Cúbico	1	0.000252**	76.2448 <sup>ns</sup>
Residual	11	0.000027	44.8515

\*\* P&lt;0.01    ns P&gt;0.27

**CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS MODELOS NO LINEALES DE LA MS, FDN Y FC DE ACUERDO A MARQUARDT (1963).**

Fuente de Variación	gl	MS		FDN		FC	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM
Regresión	2	128954.8	64477.4**	95205.8	47602.9*	32514.7	16257.3**
Residual	13	83.9	6.5	478.9	36.8	473.4	36.4
Total no corregido	15	129038.7		5684.7		32988.1	
Total corregido	14	200.5		1633.1		17.9	
CV, %		2.75		7.66		13.06	
r <sup>2</sup> , %		99.93		99.50		98.56	

SC= Suma de Cuadrados    CM= Cuadrado Medio    \*\* P&lt;0.01

obtuvo en la MS (99.93%) y en un ligero menor grado en la FC (98.56%).

En el Cuadro 8 se resumen los parámetros y errores estándar de las funciones de predicción y estimación de los análisis de regresión simple y polinomial. De acuerdo a los Cuadros 5, 6 y 7 todos los parámetros resultaron diferentes de cero ( $P < 0.01$ ) a excepción de la FDA.

El Cuadro 9 resume los promedios aritméticos y desviaciones estándar de las variables de respuesta por cada TFSA sin ajustar por la función de regresión.

El rango de MS (87.4% a 94.0%) encontrado en este estudio fue ligeramente mayor al reportado por Elías y col. (1990), el cual fue de 87.1% a 89.5% (Cuadro 9) con un período de almacenamiento menor de siete días.

Los resultados de MS de estos investigadores concuerdan con los valores de MS encontrados a los días 4 y 8, respectivamente. El aumento de la MS se atribuye a la pérdida constante de agua aún después del período de fermentación de tres días. En un estudio posterior, Valiño y col. (1992) encontraron que la MS aumentó de 19% a 75% en un período de 24 h cuando la mezcla fue sometida a un flujo de aire a temperatura ambiente y luego 12 h de flujo de aire caliente para la fase de

secado. Agregan que la MS se incrementó a razón de 1.96% por hora e igualmente lo relacionaron a la pérdida rápida de humedad por la aireación. De acuerdo a Lezcano y col. (1994), la MS alcanzó niveles de 88.5% y 88.9% a los tres días de fermentación-secado a alturas de capas de fermentación de 10 y 5 cm, respectivamente.

En la medida que la MS aumentó, la FC y FDN mostraron igual tendencia. Sin embargo, el rango de FC (38.0% a 54.2%) superó al rango reportado por Elías y col. (1990) de 24.6% a 26.5%. A pesar de que estos autores no reportan la variedad de caña utilizada, se atribuye que esta marcada diferencia también puede estar influenciada por este factor.

El rango de PC de la **Saccharina** publicado por Elías y col. (1990) va de 11.1 a 16.0%, el cual es ligeramente menor al encontrado en este estudio, con un rango de 12.2% a 19.8%. Estos valores son muy superiores a los de la caña de azúcar (2.06 a 2.50 % de acuerdo a Ortega y col., 1991 y Elías y col., 1990, respectivamente) y demuestra la capacidad de la fermentación en estado sólido de mejorar significativamente el valor proteico de la caña de azúcar. Lezcano y col. (1994) reportaron PC de 15.7% y 12.8% a alturas de capa de fermentación de 10 y 5 cm, respectivamente a los tres días de fermentación-secado. Por otra parte,

**CUADRO 8. PARÁMETROS Y ERRORES ESTÁNDAR DE LAS FUNCIONES DE REGRESIÓN SIMPLE Y MÚLTIPLE POR VARIABLE DE RESPUESTA.**

Variable	Parámetros de regresión			
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Ca, %	0.190±0.046	0.011±0.003		
P, %	0.372±0.023	0.009±0.001		
Mg, %	0.547±0.035	0.007±0.002		
Zn, ppm	12.746±1.136	0.294±0.067		
Mn, ppm	25.279±1.921	0.461±0.113		
DIVMS, %	51.905±2.738	-0.882±0.161		
PC, %	23.471±0.814	-1.066±0.115	0.022±0.003	
K, %	0.0774325 ±0.0113656	-0.0088601 ±0.0032298	0.0007391 ±0.0002477	-0.0000151 ±0.0000050
FDA, %	67.65621 ±14.56690	-4.77153 ±4.13951	0.40053 ±0.31750	-0.00829 ±0.00636
MS, %	94.304±0.770	0.634±0.056		
FDN, %	85.863±2.252	0.322±0.042		
FC, %	51.925±2.500	0.258±0.051		

**CUADRO 9. PROMEDIO Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA.**

Variables de Respuesta	Tiempo de fermentación-secado-almacenamiento (días)					
	4	8	11	15	32	
MS, %	87.387±0.444	89.943±0.345	95.537±2.653	96.467±1.385	94.057±1.056	
PC, %	19.843±0.407	15.873±0.535	14.427±0.581	12.777±1.455	12.173±0.950	
Ca, %	0.293±0.038	0.233±0.035	0.303±0.040	0.330±0.017	0.560±0.230	
P, %	0.433±0.047	0.417±0.067	0.473±0.035	0.517±0.047	0.673±0.067	
K, %	0.054±0.003	0.043±0.002	0.053±0.003	0.059±0.007	0.057±0.006	
Mg, %	0.510±0.085	0.663±0.023	0.617±0.038	0.700±0.056	0.760±0.105	
Zn, ppm	14.333±2.309	15.000±1.732	14.333±1.155	18.667±4.726	22.000±1.000	
Mn, ppm	28.333±3.512	26.000±1.000	30.667±1.155	34.000±6.245	39.667±6.506	
DIVMS, %	49.820±2.462	38.680±7.207	48.453±1.992	37.310±2.977	23.557±6.664	
FDN, %	61.863±4.266	82.977±4.485	76.897±8.721	86.637±5.839	87.547±0.673	
FC, %	38.000±6.410	40.000±1.040	46.170±9.060	52.830±3.470	54.230±0.890	
FDA, %	54.080±13.27	52.450±0.440	50.800±2.710	58.840±0.330	53.540±7.330	

se observó que a diferencia de la FC y FDN, la PC disminuyó a medida que el TFSA aumentaba.

La obtención de una **Saccharina** con alto PC depende del crecimiento microbiano. De acuerdo a Valiño y col. (1992), la aireación del material preparado durante las primeras 12 h es un factor importante para el incremento de la flora microbiana. Los valores de PC encontrados en este estudio muestran una excelente actividad microbiana en la síntesis de proteína microbiana, a pesar de que no se cuantificaron las cargas e identificaron las bacterias participantes. Posteriormente, Valiño y col. (1994ab) aislaron de la **Saccharina** especies bacterianas como *Enterobacter cloacea*, *Staphylococcus epidermidis* y *Klebsiella pneumoniae* quienes participan en la hidrólisis de la urea en  $\text{NH}_3$ , metabolito importante para la síntesis celular, lo que produce un incremento de la biomasa total. Probablemente estas bacterias y otras de similar importancia han podido estar presentes en la corteza de la caña de azúcar utilizada en este estudio y debido al contenido de PC encontrado en la **Saccharina**, podría utilizarse como suplemento parcial en la formulación de raciones de engorde de diferentes sistemas de producción animal.

Para la **Saccharina** reportada por Elías y col. (1990), el Ca se encuentra en cantidades de 0.30% a 0.40%. Los

valores de Ca se encontraron en este rango hasta el día-15, pero al día-32 aumentó a 0.56%, debido a que la MS también se incrementó. Este aumento también se registró en el P y Mg para ese mismo tiempo. La mezcla mineral utilizada en este estudio permitió valores de micro y macro minerales mayores a los indicados por Elías y col. (1990); así, reportaron rangos de P, Mg y K de 0.24% a 0.30%, 0.15% a 0.25% y 0.04% a 0.05%, respectivamente. De acuerdo al Cuadro 9, el rango del P y Mg casi duplica y triplica, respectivamente, al de Elías y col. (1990), pero es similar para el caso del K. Por otra parte, la literatura consultada no presenta información en cuanto a los contenidos de Zn y Mn, por lo que no hay referencias sobre los valores encontrados en el estudio.

Elías y col. (1990) encontraron que después de 24 h de fermentación en estado sólido de la caña de azúcar, los contenidos de FDN y FDA aumentaron significativamente de acuerdo al mes de fabricación de **Saccharina**. Así, en junio, la FDN varió de 43.5% a 52.6% y la FDA de 28.0% a 34.1%. En el Cuadro 9, los contenidos de FDN aumentaron de 61.9% a 87.5%, mientras que los contenidos de FDA aumentaron de 54.1% a 58.8%. Los autores antes citados atribuyen estos aumentos en la FDN y FDA, a la disminución del contenido

celular, ya que los carbohidratos solubles son considerablemente fermentados por el crecimiento microbiano y porque la urea tiende a aumentar significativamente la eficiencia en el contenido de nitrógeno precipitable al ácido tricloroacético. La variedad de la caña y época pudieron ser factores determinantes en los elevados valores de FDN y FDA encontrados en este estudio, ya que Elías y col. (1990) encontraron valores de 65.4% y 41.9%, respectivamente, cuando se elaboró **Saccharina** en el mes de mayo.

A medida que la MS, FC, FDN y FDA aumentaban, la DIVMS disminuía drásticamente a niveles de 23.6% al día-32, el cual resulta muy bajo en comparación con valores de DIVMS de la caña de azúcar de 35.3% (Ortega y col., 1991). Nuevamente, la época y variedad son factores que pudieran estar afectando significativamente la DIVMS. Los valores de DIVMS a los días 4 y 11 son similares a los reportados por Ortega y col. (1991) en bagazo de caña de azúcar fermentado y almacenado en bolsas de polietileno por 30 días con niveles de urea de 3% (47.2%) y 5% (49.0%) más 20% de agua; sin embargo, los niveles de PC no superaron el 9%. Para fines prácticos, la **Saccharina**, bajo nuestras condiciones, debe utilizarse antes de los 11 días para mayor aprovechamiento

de la disponibilidad de PC y la DIVMS, de manera que el ganadero no tiene que recurrir a la preparación de la **Saccharina** tan periódicamente. Además, este producto de la fermentación en estado sólido puede ser utilizado como sustituto parcial en raciones de engorde en diferentes sistemas de producción animal.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ La fermentación en estado sólido, de acuerdo a Elías y col. (1990), más el período de secado y almacenamiento mejoró significativamente la calidad nutritiva de la caña de azúcar, variedad Raignar.
- ❖ El tiempo de fermentación- secado-almacenamiento (TFSA) influyó positivamente en el contenido proteico y mineral de la caña de azúcar, pero influyó negativamente en la DIVMS.
- ❖ Es factible producir y almacenar **Saccharina** de alta calidad por períodos mayores a los reportados en la literatura.
- ❖ El valor nutritivo encontrado en la **Saccharina** la ubican como una alternativa alimenticia en la elaboración de raciones para nuestros sistemas pecuarios.

- ❖ Se recomiendan duraciones menores a intermedias del tiempo de fermentación - secado - almacenamiento (TFSA) para la obtención de una **Saccharina** de buena calidad nutritiva.
- ❖ Se recomienda realizar otras pruebas de TFSA con diferentes especies de caña de azúcar y en diferentes épocas de año.

### AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento al personal del Laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental de Gualaca (IDIAP) por la colaboración prestada en el análisis de las muestras.

### BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1965. Official methods of analysis of AOAC. 10<sup>th</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington D.C., USA. 467 p.
- DANIEL, W.W. 1999. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. 3<sup>a</sup> ed. UTHEA Noriega Editores. México D.F., México. 879 p.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. 1981. Applied regression analysis. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley & Sons. New York, USA. 756 p.
- ELÍAS, A.; LEZCANO, O.; LEZCANO, P.; CORDERO, J.; QUINTANA, L. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (**Saccharina**). Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 24: 1-12.
- HERRERA, J.G.; BARRERAS, A. 2000. Manual de procedimientos: Análisis estadístico de experimentos pecuarios (Utilización del programa SAS). Colegio de Post Graduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Especialidad en Ganadería. Texcoco, México. 119 p.
- LEZCANO, O.; ELÍAS, A. 1992. Efecto de la temperatura y la urea en la fermentación de la caña de azúcar para producir Saccharina. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 26: 291-294.

- LEZCANO, P.; ELIAS, A.; MARTI, J.; RODRÍGUEZ, Y. 1994. Nota sobre el efecto de la altura de fermentación de caña molida en la producción de Saccharina rústica. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 28: 327-329.
- MARQUARDT, D.W. 1963. An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters. *Journal of the Society of Industrial and Applied Mathematics* 11: 431-441.
- ORTEGA, M.E.; SERRANO, R.; OCHOA, P. 1991. Efecto del tratamiento con urea en la digestibilidad y composición química del bagazo de caña de azúcar. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 25: 269-273.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw Hill Book Company. New York, USA. 633 p.
- TILLEY, J.; TERRY, R. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society* 18: 104-109.
- VALIÑO, E.; ELÍAS, A.; ÁLVAREZ, E.; REGALADO, E.; CORDERO, J. 1992. Dinámica de crecimiento de la microbiota de la caña de azúcar durante la obtención de la Saccharina. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 26: 297-303.
- VALIÑO, E.; ELÍAS, A.; ÁLVAREZ, E.; QUINTANA, M.; MONTES DE OCA, N. 1994<sup>a</sup>. Composición de especies bacterianas aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. 1. Bacterias gram negativas. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 28: 69-74.
- VALIÑO, E.; ELÍAS, A.; ÁLVAREZ, E.; QUINTANA, M.; MONTES DE OCA, N. 1994<sup>b</sup>. Composición de especies bacterianas aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. 2. Bacterias gram positivas. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 28: 75-80.

## **CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN SEMILLERO DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1998.**

**José A. Lezcano B.<sup>1</sup>**

### **RESUMEN**

La cebolla (*Allium cepa*) es un cultivo que se caracteriza por su pobre competencia con las malezas, las cuales causan reducción de la cantidad, tamaño y calidad de la semilla de trasplante. Esto se debe a que es un cultivo que requiere más tiempo en semillero, por lo que su comportamiento es lento y permite que las malezas compitan por luz y nutrientes del suelo. En países como México, se han evaluado herbicidas como linurón, oxifluorfen y oxadiazón, utilizando volúmenes de agua de 300 litros por hectárea, encontrando buenos resultados. En Panamá, el uso de herbicidas en semillero no ha sido exitoso, siendo el metazole el más utilizado por el productor. Este herbicida se ha descontinuado, por lo que el productor ha recurrido a la utilización de paraquat antes de la germinación de la semilla de cebolla, seguido del control manual (20 a 30 jornales-día/ha), lo cual incrementa los costos de manejo del semillero, de la producción, así como la calidad de la semilla. Por esta razón, la presente investigación tuvo como objetivo la selección de herbicidas y dosis más efectivas en el control químico de malezas en semillero de cebolla. En la Estación Experimental del IDIAP en Cerro Punta, se estableció un ensayo utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones y 10 tratamientos, aplicados con la presencia de malezas de dos a tres hojas y se utilizó la variedad Gladalan Brown. De los tratamientos evaluados, los más promisorios fueron el linurón (250 y 500 g de i.a./ha); el oxadiazón (190 y 380 g de i.a./ha) y el oxyfluorfen (120 g de i.a./ha), con un 100% de control sobre las malezas presentes.

**PALABRAS CLAVES:** Cebolla, *Allium cepa*, malezas, control químico, herbicida.

<sup>1</sup> Ing. Agr., M.Sc. Parasitología Agrícola, Entomólogo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: jlezcano@idiap.gob.pa

## CHEMICAL CONTROL OF UNDERGROWTHS IN ONION SEEDBED (*Allium cepa*) IN CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1998.

The onion (*Allium cepa*) is a cultivation that is characterized by its poor competition with the undergrowths, those which cause reduction of the quantity, size and quality of the trasplanted seed. This is due to that this cultivation requires more time in seedbed; therefore, its behavior is very slow and permits that the undergrowths compete by light and nourishment of the soil. In countries as Mexico, they have been evaluated herbicides as linuron, oxifluorfen and oxadiazon, using water volumes of 300 liters by hectare, finding good results. In Panama, the use of herbicides in seedbed has not been successful, since the only one that it has answered to the expectations of the producing of onion has been the metazole, which has been discontinued; therefor e, the producer has appealed to the utilization of paraquat before the germination of the onion seed, followed of the manual control (20 to 30 wages - day/hectare) increasing the managing costs of the seedbed, of the production, as well as the quality of the seed. For this reason, the present investigation had as objective the herbicides and dose selection more effective in the chemical control of undergrowths in onion seedbed. In the Experimental Station of the IDIAP in Cerro Punta, was established a trial with a Complete Blocks design at random, with three repetitions and 10 treatments, applied with the undergrowths presence of two to three leaves, using the variety Gladalan Brown. Of the evaluated treatments, the most promissory were the linuron (250 and 500 g of i.a./hectare); the oxadiazon (190 and 380 g of i.a./hectare) and the oxyfluorfen (120 g of i.a./hectare), with a 100% of control over the present undergrowths.

**KEY WORDS:** Onion; *Allium cepa*; undergrowths; chemical control; herbicide.

### INTRODUCCIÓN

Es difícil diferenciar los efectos resultantes de la competencia entre dos individuos por un mismo factor de crecimiento y ambiente, de aquellos efectos inhibitorios de sustancias tóxicas, alelopáticas, producidas por las plantas o sus residuos. El término interferencia abarca ambos conceptos y se define como el detrimento que las malezas ejercen sobre los cultivos a través de competencia, aleopatía y parasitismo (Fischer, 1990).

Las malezas tienen una inherente capacidad de crecimiento que es algunas veces fortalecida con la producción de toxinas o sustancias inhibitoras del crecimiento, las cuales suprimen el crecimiento de las plantas a su alrededor (Salazar, 1983). Asimismo, este autor enumera algunas características de las plantas que reflejan su capacidad para competir como son: follaje agresivo (capaz de un rápido sombreado de la superficie del suelo); elevado volumen de exploración radical del perfil del suelo (alta capacidad para absorber agua y

nutrimentos); adaptación a condiciones adversas (tales como corte, pisoteo, perturbación, pastoreo); y regeneración de partes dañadas. La interferencia de otras plantas afecta la tasa de crecimiento del cultivo, su capacidad de producir raíces, flores, entre otros. Labrada y Parker (1996) indican que las malezas compiten con las plantas cultivadas por los nutrimentos del suelo, agua y luz. Además, estas plantas indeseables sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos a los cultivos.

La mayoría de las malezas derivan su poder competitivo en el rápido desarrollo vegetativo, manifestado mediante la aparición de un amplio y eficiente sistema radicular que absorbe y acumula los nutrimentos necesarios para su crecimiento, además de que ese desarrollo foliar les permite una fuerte actividad fotosintética (Salazar, 1983). La presencia de malezas en los semilleros reduce la eficiencia de la fertilización, facilita el aumento de la densidad de otras plagas y, al final, el número de plantas trasplantadas y su calidad decrecen severamente. En este sentido, Doll (1996) agrega que con la densidad de las malezas en campo o en semillero, se puede predecir el daño sobre el rendimiento del cultivo (umbral). La densidad de las malezas se determina mediante conteos del número de malezas en una distancia específica del surco del cultivo o en un área dada (número de malezas por metro cuadrado).

La cebolla (*Allium cepa*), como todas las hortalizas, se desarrolla lentamente durante las primeras semanas después de la emergencia y tiende a ser menos competitiva con las malezas, que otras plantas que se desarrollan en áreas cultivables. Se considera que el período crítico de competencia de las malezas, en la mayoría de las hortalizas, es equivalente al primer tercio de su ciclo vegetativo, aunque este período es variable y depende de la morfología de la planta cultivable, tasa de crecimiento y desarrollo, distancia de siembra y especies de malezas presentes en el campo (Labrada, 1996).

Según FHIA (1993), la cebolla es una pobre competidora con las malezas, las cuales causan una reducción en la cantidad, tamaño y calidad de la semilla para trasplante. En este sentido, Labrada (1996) señala que la cebolla requiere de un ciclo de crecimiento largo, por lo que resulta ser poco competitiva con las malezas y hace obligatorio establecer un programa de manejo de las mismas, para garantizar una población satisfactoria de plantas cultivables a lo largo de su ciclo de vida. Otras malezas pueden aparecer después de ese período, por lo que se recomienda eliminarlas durante todo el ciclo del cultivo o semillero, para prevenir pérdidas de rendimiento de plantas trasplantables o fruto.

Según Fischer (1990), la interferencia de las malezas varía según las especies que intervienen; hay especies más agresivas que otras, algunas de las cuales tendrán un sistema radicular poderoso, otras, una emergencia temprana. Algunas especies son capaces de producir sustancias alelopáticas.

Sánchez y Serrano (1994) informan que después de los 12 a 15 días de germinado el semillero, predominan algunas especies de malezas como *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake (Hierba pollito); *Commelina* sp. Burm F. (Siempre viva); *Bidens pilosa* L. (Saeta); y algunas crucíferas silvestres, entre otras. Lezcano (1996 y 1997) menciona algunas especies de malezas predominantes en semilleros de cebolla, en Cerro Punta, Panamá, tales como: *Lipidum virginicum* L. (Lentejilla); *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake (Hierba pollito); *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga); *Brassica rapa* L. (Mostaza); *Bidens pilosa* L. (Saeta) y *Capsella bursapastoris* (L.) Medikus (Bolsa de pastor).

Labrada (1996) indica que en las camas de semilleros de cebolla, la interferencia de las malezas reduce fácilmente la población de plántulas y su crecimiento en más de 50%. Agrega además, que el deshierbe manual en semilleros de cebolla es una labor tediosa y consumidora de tiempo, que requiere de no menos de 20 a 30 per-

sonas-día/ha para una sola labor de deshierbe. En semilleros de ciclo corto (alrededor de un mes) tres operaciones de deshierbe manual son necesarias para lograr plántulas de calidad.

El uso de sustancias químicas, para el control de malezas, ha sido practicado desde 1900; sin embargo, su desarrollo dentro del marco científico empezó en 1944, a raíz del descubrimiento y utilización del 2,4-D. El control químico de malezas está relativamente poco desarrollado en hortalizas, ya que estas plantas son generalmente cultivadas en áreas relativamente pequeñas y la industria agroquímica intensifica sus esfuerzos en desarrollar sus productos para el uso en cultivos de grandes extensiones.

Los herbicidas tienen algunas cualidades por las cuales se debe conocer su mecanismo de acción. Soto y Valverde (1991) describen los mecanismos de acción de algunos herbicidas, como el alaclor, inhibidor del crecimiento; en especial, de la elongación de las raíces, que afecta la síntesis de proteínas, formación de ceras de la cutícula y la síntesis de lípidos; el oxifluorfen es un herbicida de contacto que requiere de luz para actuar y está relacionado con la inhibición de la síntesis de carotenoides. El oxadiazón es un inhibidor de la fotosíntesis, siendo rápidamente degradado por los organismos del suelo y el linurón es un inhibidor

de la reacción de Hill; el paraquat es un herbicida de contacto que, aplicado al follaje, produce una rápida desecación, seguida de necrosis.

Labrada (1996) señala que la aplicación de un herbicida sencillo en 100 m<sup>2</sup> de semillero, cuesta alrededor de \$1.00 a 1.20, lo cual es bastante económico y su aplicación selectiva permitirá al agricultor obtener miles de plántulas extras. Además, los tratamientos pre-emergentes en cebolla con DCPA (chlorthaldimetil), a dosis de 6.0 kg i.a./ha, eliminan completamente la necesidad de deshierbas manuales durante el ciclo de crecimiento de las plántulas de hortalizas y regularmente incrementan el número de plántulas de alta calidad. Otro herbicida recomendado para cebolla es el propachlor, a dosis de 5.2 a 6.5 kg i.a./ha. En estudios realizados por Sánchez y Serrano (1992), encontraron efectos promisorios de los herbicidas linurón y metazole, sobre algunas malezas predominantes en el semillero de cebolla, encontrando resultados altamente significativos, con mayor control sobre especies de malezas como *Galinsoga ciliata*, *Commelina* sp., *Bidens pilosa*, *Lepidum* sp., *Portulaca oleracea*, *Sida* sp. y algunas crucíferas silvestres al utilizar el herbicida metazole. En este sentido, Sánchez y Serrano (1994) recomiendan, para semillero de cebolla, el metazole a razón de 1.5 kg de p.c./ha, en post-emergencia. Carrillo (1985)

recomienda el uso de oxadiazón como pre-emergente al cultivo, en dosis de 1.0 lt de p.c./ha, teniendo cuidado con su uso. FHIA (1993) recomienda el uso de bromuro de metilo (ya descontinuado o restringido) o dazomet, con un control manual posteriormente, una vez por semana.

Este trabajo tuvo como objetivo la selección de herbicidas y dosis más efectiva en el control químico de malezas en semilleros de cebolla, en Cerro Punta, Panamá.

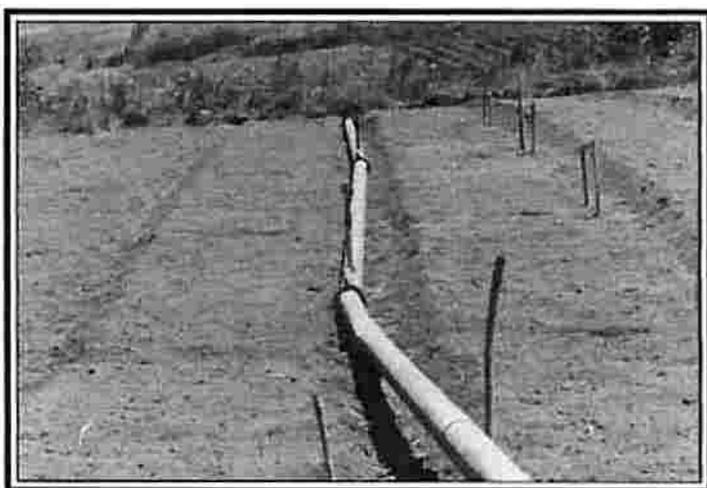
## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta actividad se realizó en la Estación Experimental del IDIAP, en Cerro Punta, ubicado a 1,900 msnm, localizado entre los 8°51'90" latitud Norte y 82°34'19" longitud Oeste, con una precipitación promedio mensual de 227.66 mm y una temperatura media que osciló entre los 16.6° y 18.7°C, durante el período comprendido del 6 de marzo al 1 de mayo de 1998.

El área presenta suelos clasificados como inceptisoles derivados de la actividad volcánica, profundos, franco-arenosos, con las siguientes características químicas: pH, 5.3; fósforo, 55.75 ug/ml; potasio, 57.25 ug/ml; calcio, 0.41 mg/100 ml y magnesio, 0.05 meq/100 ml.

Para la confección y manejo del semillero, se surcó la parcela del ancho de una azada y se distribuyó la semilla uniformemente; a los ocho días después de la emergencia, se aplicó una fertilización completa, a razón de 4,410 kg/ha y a los 30 días una aplicación de nitrógeno al 46%, a razón de

1,543.5 kg/ha. Antes de tapar la semilla, se aplicó carboxin-captan, a razón de 2.5 kg de p.c./ha, para hongos del suelo y durante el desarrollo del semillero se realizaron aplicaciones de captan 0.4 kg/100 lt de agua; propineb, 0.795 kg de p.c./ha; ferban, 1.0 kg de p.c./ha en aplicaciones alternadas.



**Figura 1.** Vista parcial de la preparación de las camas para el semillero de cebolla.

**CUADRO 1.** TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL CONTROL DE MALEZAS EN SEMILLERO DE CEBOLLA. IDIAP. CERRO PUNTA. 1998.

Tratamientos	Producto	Dosis de p.c./ha	g i.a./ha
01	Testigo Absoluto	0.0	0.0
02	paraquat y metazole	1.0 lt y 1.31 kg	200 y 982.50
03	paraquat y alaclor	1.0 lt y 7.0 lt	200 y 3,360.00
04	paraquat y alaclor	1.0 lt y 6.0 lt	200 y 2,880.00
05	paraquat y oxadiazón	1.0 lt y 1.0 lt	200 y 380.00
06	paraquat y oxadiazón	1.0 lt y 0.50 lt	200 y 190.00
07	paraquat y linurón	1.0 lt y 1.0 kg	200 y 500.00
08	paraquat y linurón	1.0 lt y 0.50 kg	200 y 250.00
09	paraquat y control manual	1.0 lt y 1 limpieza	200 y limpieza
10	paraquat y oxifluorfen	1.0 lt y 0.50 lt	200 y 120.00

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y 10 tratamientos (Cuadro 1).

Los tratamientos (Cuadro 1) se aplicaron con una bomba de mochila a 15 lb de presión, cuando las malezas tenían de dos a tres hojas y su frecuencia de acuerdo a la incidencia de malezas. Antes de la emergencia de la semilla de cebolla, se aplicó a todos los tratamientos paraquat, a razón de 982.5 g i.a./ha. El tamaño de la parcela utilizado fue de 1.0 m de ancho por 3.0 m de largo, utilizando un marco (área efectiva) de 0.50 m por 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>). La semilla de cebolla utilizada fue de la variedad Gladalan Brown. En cada parcela se usaron 3.0 gramos de semilla (783 semillas) de las cuales se evaluó las que germinaron en un área efectiva de 0.25 m<sup>2</sup>. El paraquat se aplicó a los

siete días después de instalado el ensayo (después de la siembra) y el control manual se efectuó entre el 27 de marzo y 27 de abril. La primera aplicación de los tratamientos se realizó a los 21 días después de la siembra (dds) y la primera evaluación a los tres días después. La segunda aplicación de los tratamientos se hizo a los 56 dds y la evaluación a los seis días después. Se utilizó la escala propuesta por De la Cruz (1985) para evaluar el efecto de los tratamientos (Cuadro 2).

Las variables evaluadas fueron: número de malezas, plantas trasplantables, peso de la maleza, porcentaje de cobertura y control de la maleza (en un marco de 0.25 m<sup>2</sup>), grado de daño al cultivo y a la maleza.

**CUADRO 2. EVALUACIÓN CUALITATIVA PARA EL CONTROL DE MALEZAS Y DAÑO AL CULTIVO.**

Calificación	Daño al Cultivo	Cobertura Maleza, %	Control	Daño a la Maleza
0	No se hizo evaluación			
1	Nulo	0.0	100.0	Muerte total (excelente)
2	Síntomas muy débiles	2.5	97.5	Muy bueno
3	Síntomas débiles	5.0	95.0	Bueno
4	Síntomas sin efectos en rendimiento	10.0	90.0	Suficiente
5	Mediano	15.0	85.0	Mediano
6	Medianamente fuerte	25.0	75.0	Regular
7	Fuerte	35.0	65.0	Pobre
8	Muy fuerte	37.5	32.5	Muy pobre
9	Muerte total	100.0	0.0	Sin efecto (nulo)

Fuente: Ramiro De La Cruz, Ph.D. Seminario Taller de Malezas. CATIE. 1985.

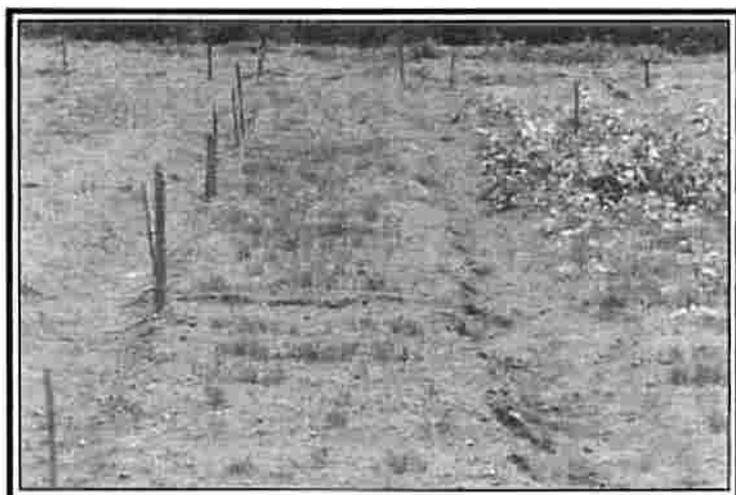
Se realizó el análisis de varianza y se compararon las medias de los tratamientos para cada una de las variables mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; se realizó el análisis de correlación de las variables y una prueba de contrastes ortogonales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 3) indicó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre las variables número y peso de malezas; cobertura y control de las malezas 1 y 2; daño a las plántulas de cebolla 1 y 2, daño a las malezas 1 y 2; y diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el número de plantas trasplantables.

En la comparación de medias (Cuadro 4) los tratamientos con mayor respuesta fueron: el metazole (982.50 g i.a./ha), oxadiazón (190 g y 380 g i.a./ha), linurón (500 g i.a./ha) y el oxifluorfen (120 g i.a./ha), incluyendo al testigo (control manual) y presentaron el mayor número de plantas trasplantables, sin diferencias estadísticas entre sí. Estos tratamientos, a su vez, no mostraron malezas presentes en la segunda evaluación (62 dds).

En la primera evaluación, los tratamientos con alaclor, en dosis de 2,880 g y 3,360 g i.a./ha; en el control manual (dos veces) y el oxifluorfen (120 g i.a./ha), no presentaron cobertura de la maleza; hubo en tanto una baja cobertura



**Figura 2.** Vista parcial de las parcelas o semilleros. Al lado derecho el testigo absoluto, malezado, después de la primera aplicación de los tratamientos (24 dds). 1998.

**CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE HERBICIDAS EN EL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN SEMILLERO DE CEBOLLA. IDIAP. CERRO PUNTA. 1998.**

Fuente	g.l.	SC	CM	Prob.	R <sup>2</sup>
<b>Numero de Malezas</b>					
					C.V. = 58.49
Repeticiones	2	93.65051	46.8252	0.3631	0.9778
Tratamientos	9	15407.0662	1711.8962	0.0001**	
Error	18	352.6499	19.5916		
<b>Número de plantas trasplantables</b>					
					C.V.= 48.05
Repeticiones	2	2873.5848	1436.7924	0.6504	0.5995
Tratamientos	9	85017.3990	9446.3776	0.0262*	
Error	18	58703.1828	3261.2879		
<b>Peso de malezas</b>					
					C.V.= 30.17
Repeticiones	2	00.0410	0.0205	0.3631	0.9939
Tratamientos	9	56.6379	6.2931	0.0001**	
Error	18	0.3443	0.0191		
<b>Cobertura de maleza 1</b>					
					C.V = 9.52
Repeticiones	2	0.4629	0.2314	0.8169	0.9992
Tratamientos	9	26343.992	2927.1102	0.0001**	
Error	18	20.3703	1.1316		
<b>Cobertura de maleza 2</b>					
					C.V.= 263.55
Repeticiones	2	606.6905	303.3452	0.4275	0.6711
Tratamientos	9	11853.1552	1317.0172	0.0070**	
Error	18	6126.6427	340.3690		
<b>Control de maleza 1</b>					
					C.V. = 1.19
Repeticiones	2	0.4629	9.9021	0.0022	0.9992
Tratamientos	9	26343.9920	2927.1102	0.0001**	
Error	18	20.3703	1.1316		
<b>Control de maleza 2</b>					
					C.V. = 0.00
Repeticiones	2	20.2020	10.1010	0.0000	1.0000
Tratamientos	9	26979.7979	2997.7553	0.0000**	
Error	18	0.0000	0.0000		
<b>Daño a las plántulas de cebolla 1</b>					
					C.V. = 0.00
Repeticiones	2	0.0000	0.0000	0.00	1.000
Tratamientos	9	2.6979	0.2997	0.00**	
Error	18	0.0000	0.0000		
<b>Daño a las plántulas de cebolla 2</b>					
					C.V. = 48.98
Repeticiones	2	0.7741	0.3870	0.2884	0.7475
Tratamientos	9	13.2903	1.4767	0.0017**	
Error	18	5.2258	0.2903		
<b>Daño a la maleza 1</b>					
					C.V = 31.13
Repeticiones	2	0.0740	0.0370	0.8169	0.8282
Tratamientos	9	15.6861	1.7429	0.0001**	
Error	18	3.2592	0.1810		
<b>Daño a la maleza 2</b>					
					C.V. = 0.00
Repeticiones	2	0.0000	0.0000	0.00	1.00
Tratamientos	9	2.6979	0.2997	0.00**	
Error	18	0.0000	0.0000		

\* Hubo diferencias significativas estadísticamente,  $P < 0.05$ .

\*\* Hubo diferencias altamente significativas estadísticamente,  $P < 0.01$ .

**CUADRO 4. COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE HERBICIDAS SOBRE MALEZA Y PLANTULAS DE CEBOLLA, EN EL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN SEMILLERO. IDIAP. CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1998.**

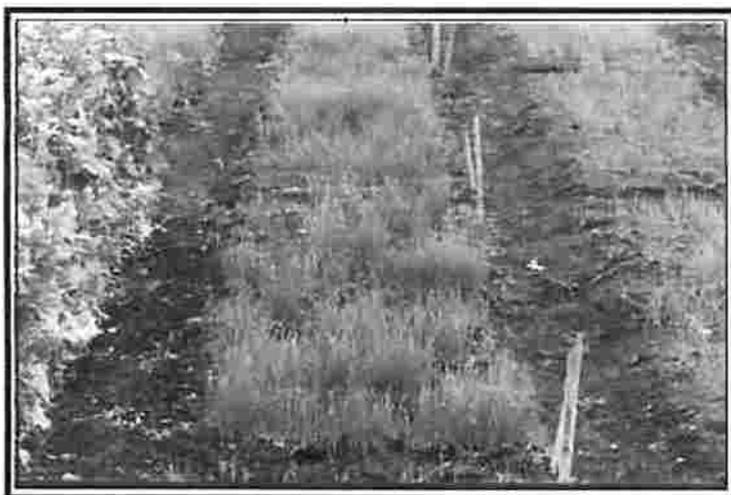
Tratamientos	Número de /		Peso <sup>2</sup> / de la maleza	Cobertura de la maleza <sup>1</sup> / %		Control de maleza <sup>1</sup> / %		Daño al Cultivo		Daño a la maleza		
	Male- zas			1	2	1	2	1	2	1	2	
	Male- zas	Plantas		1	2	1	2	1	2	1	2	
Testigo absoluto	75.67a	0.0	4.6a	100.0a	100 a	0.0	0.0b	0.0b	0.0b	0.00	b	0.0b
metazole (982.5 g i.a./ha)	0.0b	174.4	a	0.0b	1.7cd	0.0	0.0b	98.3 ab	100a	1.0a	1.0a	1.67bc
alaclor (3,360 g i.a./ha)	0.0b	90.7	ab	0.0b	0.0 d	0.0	0.0b	100.0 a	100a	1.0a	1.0a	1.00 c
alaclor (2,880 g i.a./ha)	0.0b	71.7	ab	0.0b	0.0 d	0.0	0.0b	100.0 a	100a	1.0a	1.0a	1.00 c
oxadiazón (380 g i.a./ha)	0.0b	171.0	a	0.0b	3.3bc	0.0	0.0b	96.6 bc	100a	1.0a	1.0a	2.33ab
oxadiazón (190 g i.a./ha)	0.0b	108.0	a	0.0b	4.17b	0.0b	0.0b	95.8 c	100a	1.0a	1.0a	2.67 a
linurón (500 g i.a./ha)	0.0b	173.7	a	0.0b	1.67cd	0.0	0.0b	98.3 ab	100a	1.0a	1.0a	1.67bc
linurón (250 g i.a./ha)	0.0b	106.0	ab	0.0b	0.83d	0.0	0.0b	99.2 a	100a	1.0a	1.0a	1.33 c
paraquat (200 g i.a./ha) + c. manual	0.0b	122.3	a	0.0b	0.00d	0.0	0.0b	100.0 a	100a	1.0a	1.0a	1.00 c
oxifluorfen(120 g i.a./ha)	0.0b	170.3a	0.0b	0.00d	3.3b	100.0 a	100a	1.0a	3.0a	1.00c	1.0a	1.00c

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren entre sí estadísticamente.

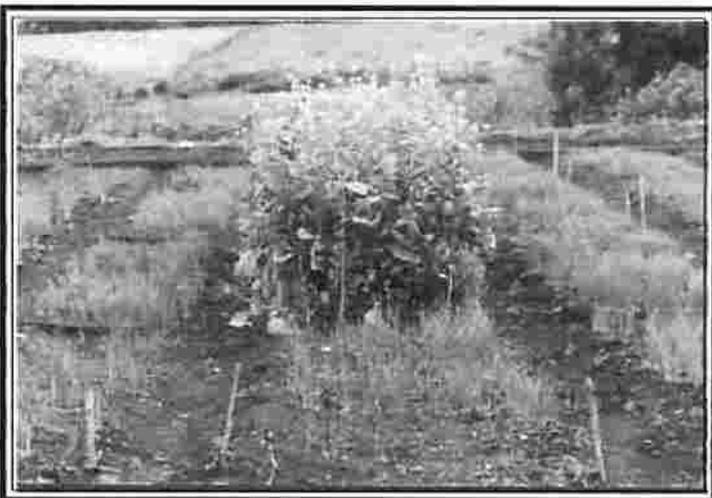
P>0.05, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

<sup>1</sup> en 0.25 m<sup>2</sup>

<sup>2</sup> en libras



**Figura 3. Vista parcial del semillero de cebolla. Control de malezas en semillero a los 45 dds. 1998.**



**Figura 4. Vista parcial del ensayo de control de malezas en semillero de cebolla. Al centro testigo absoluto y tratamientos. 1998.**

de malezas en los tratamientos con linurón en las dosis 250 g y 500 g i.a./ha y en el testigo comercial con metazole (982.5 g i.a./ha).

Los herbicidas más eficaces en el control de la maleza en la primera evaluación (24 dds) resultaron el alaclor a las dosis de 2,880 g y 3,360 g i.a./ha, seguido del control manual y el oxifluorfen a 120 g i.a./ha, con un 100% de control, manteniéndose este efecto en la segunda evaluación después de la aplicación de los tratamientos (62 dds).

En relación al daño al cultivo, sólo el oxifluorfen a 120 g i.a./ha, a los 62 dds, fue el que presentó efectos (débiles) de quemadura por herbicida. Las dosis de oxadiazón de 190 g y 380 g i.a./ha, presentaron daños a las malezas entre bueno y muy bueno, mientras que el alaclor a 2,880 g y 3,360 g i.a./ha; el linurón a 250 g i.a./ha y el oxifluorfen a 120 g i.a./ha, presentaron daño a las malezas, excelente (muerte total), durante la primera evaluación de los tratamientos. El efecto de los tratamientos con herbicida en la segunda evaluación fue excelente.

Cuando se compararon los herbicidas (Cuadro 5), se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre el alaclor versus el oxadiazón; y entre el oxadiazón

versus linurón, para las variables cobertura de la maleza 1, control de maleza 1 y daño a la maleza 1.

En un ensayo preliminar realizado en Cerro Punta, Lezcano (1996) utilizó oxadiazón, a dosis de 380 a 760 g i.a./ha, al momento de la siembra y 760 a 1,520 g i.a./ha en preemergencia 22 dds en una sola aplicación, encontrando en la dosis de 380 g i.a./ha antes de la emergencia del cultivo, efectos del herbicida negativo en la emergencia de la semilla de cebolla presentando las plantas un amarillamiento y muerte. El alaclor, a dosis de 960 a 2,160 g i.a./ha, al momento de la siembra, presenta efectos negativos sobre la emergencia de la semilla de cebolla, ya que las plantas emergieron deformes, luego de lo cual mueren (inhibidor de crecimiento). En esta evaluación, la dosis de oxadiazón 1,520 g i.a./ha, a los 22 dds, resultó con una mayor población de 269 plantas trasplantables, seguido del control manual y el metazole, aunque presentaron también un número significativo de malezas por metro cuadrado. En la segunda evaluación de los tratamientos, se modificó el momento de la aplicación, las dosis (Lezcano, 1997) y se incluyó el linurón, a dosis de 562.50 g i.a./ha, encontrando que los tratamientos más promisorios, el linurón a dosis de 562.50 g i.a./ha, a los 40 dds y 30 dds, sólo fueron superados por el control de malezas manual, pero superando a los demás tratamientos, inclu-

**CUADRO 5. COMPARACIÓN DE TRATAMIENTOS EN LA EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN SEMILLERO. IDIAP. CERRO PUNTA. 1998.**

Contraste	g.l.	SC	CM	Prob.
<b>Número de plántulas de cebolla (i.a./ha)</b>				
alaclor 3,360 g y 2,880 g vs oxadiazón 380 g y 190 g	1	10208.3	10208.3	0.093
alaclor 3,360 g y 2,880 g vs linurón 500 g y 250 g	1	10325.3	10325.3	0.092
alaclor 2,880 g y oxadiazón 380 g vs linurón 500 g y 250 g	1	1026.7	1026.7	0.581
oxadiazón 380 g y 190 g vs linurón 500 g y 250 g	1	0.333	0.333	0.992
<b>Cobertura de la maleza 1(i.a./ha)</b>				
alaclor 3,360 g y 2,880 g vs oxadiazón 380 g y 190 g	1	42.187	42.187*	0.0001
alaclor 3,360 g y 2,880 g vs linurón 500 g y 250 g	1	4.687	4.687	0.0568
alaclor 2,880 g y oxadiazón 380 g vs linurón 500 g y 250 g	1	0.520	0.520	0.5061
oxadiazón 380 g y 190 g vs linurón 500 g y 250 g	1	18.75	18.75*	0.0007
<b>Control de maleza 1(i.a./ha)</b>				
alaclor 3,360 g y 2,880 g vs oxadiazón 380 g y 190 g	1	45.187	45.187*	0.0001
alaclor 3,360 g y 2,880 g vs linurón 500 g y 250 g	1	4.687	4.687	0.0568
alaclor 2,880 g y oxadiazón 380 g vs linurón 500 g y 250 g	1	0.520	0.520	0.5061
oxadiazón 380 g y 190 g vs linurón 500 g y 250 g	1	18.75	18.75*	0.0007
<b>Daño a la malezas 1(i.a./ha)</b>				
alaclor 3,360 g y 2880 g vs oxadiazón 380 g y 190 g	1	6.750	6.750*	0.0001
alaclor 3,360 g y 2880 g vs linurón 500 g y 250 g	1	0.750	0.750	0.0568
alaclor 2,880 g y oxadiazón 380 g vs linurón 500 g y 250 g	1	0.083	0.083	0.5061
oxadiazón 380 g y 190 g vs linurón 500 g y 250 g	1	3.000	3.000*	0.0007

\* Hubo diferencias altamente significativas  $P < 0.001$ .

yendo al metazole. El linurón, a los 30 y 45 dds, presentó un control de 100% de la maleza y sin afectar al cultivo.

En las evaluaciones de 1996 y 1997, las especies de malezas presentes en los ensayos fueron: Lentejilla (*Lipidum virginicum* L.); Lechuguilla (*Emilia sonchifolia*); Hierba pollito (*Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake); Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.); Mostaza (*Brassica rapa* L.); Bolsa de pastor (*Capsella bursapastoris* (L.) Medikus) y Saeta (*Bidens pilosa* L.).

### CONCLUSIONES

- ❖ El uso de paraquat, antes de la emergencia de la cebolla, sigui-

do del uso de herbicida selectivo para cebolla cuando se presentan malezas con dos a tres hojas verdaderas, presentó un excelente control sobre las malezas, sin que se manifestara daño en el cultivo.

- ❖ Los herbicidas linurón, a dosis de 500 g i.a./ha y 250 g i.a./ha; oxifluorfen, 120 g i.a./ha y oxadiazón, 380 g i.a./ha, obtuvieron un valor alto de plantas trasplantables de cebolla, comparado con el herbicida testigo metazole.
- ❖ Todos los herbicidas evaluados presentaron un valor por encima del 95% en el control de malezas, sin dañar las plántulas de cebolla.

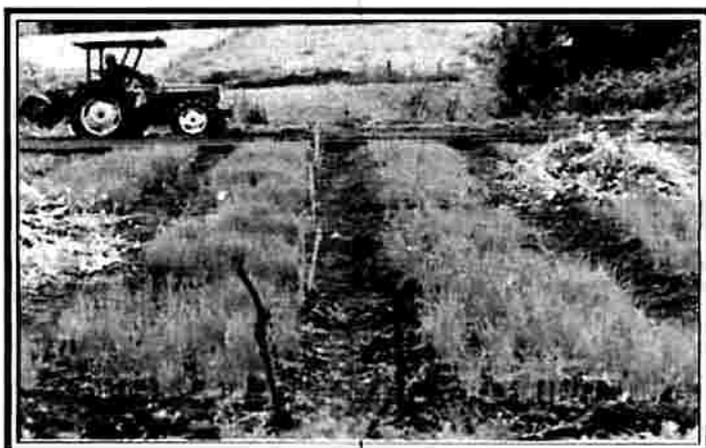


Figura 5. Vista parcial del ensayo de control químico de malezas en semillero de cebolla. A los 62 dds. 1998.

- ☀ El momento de la aplicación de los herbicidas resultó ser un elemento importante, para lograr el éxito en el control de malezas en el semillero de cebolla.
- ☀ Al comparar los herbicidas se encontró diferencias altamente significativas entre el alaclor y oxadiazón, oxadiazón y linurón.
- ☀ Estos resultados coinciden con los encontrados en México en el caso de linurón, oxifluorfen y oxadiazón.

### RECOMENDACIONES

- ☀ Validar los tratamientos más promisorios de linurón, oxadiazón y alaclor en semilleros comerciales de cebolla y realizar el análisis económico entre las dosis más efectivas.
- ☀ Validar estos resultados en semilleros de cebolla ubicados en otras localidades como Boquete.

### BIBLIOGRAFÍA

- CARRILLO, J.C. 1985. El cultivo de cebolla. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP - MAC. Vol.2. No. 18. Venezuela. pp. 16-17.
- DE LA CRUZ, R. 1985. Técnicas de investigación en malezas. Semina-

rio Taller de Malezas. CATIE. Proyecto de Manejo Integrado de Plagas. Panamá, 14 - 17 de octubre. pp. 12-20.

DOLL, J. D. 1996. Dinámica y complejidad de la competencia de malezas. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal. Roma, Italia. pp. 33-39.

FISCHER, A. 1990. La interferencia entre las malezas y los cultivos. Principios básicos sobre el manejo de malezas. M. Sheik, A. Fischer y B. Valverde. (eds.) Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Centro Internacional de Protección Vegetal y Universidad Estatal de Oregon, USA. pp. 21-40.

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA). 1993. Guía sobre producción de cebolla para exportación. Honduras. 60 p.

LABRADA, R. 1996. Manejo de malezas en hortalizas. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio de la FAO. Producción y Protección Vegetal. Roma, Italia. pp. 298-306.

LABRADA, R.; PARKER, C. 1996. El control de malezas en el contex-

**EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE REPOLLO  
(*Brassica oleracea* var. *capitata*) EN CERRO  
PUNTA, PANAMÁ. 1995-1996.**

**José A. Lezcano B.<sup>1</sup>**

**RESUMEN**

Durante 1995 y 1996 se evaluaron cultivares de repollo con el propósito de seleccionar materiales promisorios de altos rendimientos y con buenas características agronómicas. El primer año se utilizaron cuatro híbridos experimentales y el segundo año se incorporaron tres híbridos y tres variedades de repollo verde y dos de repollo morado. Los resultados obtenidos en el primer año, no mostraron diferencia significativa entre los rendimientos de los diferentes tratamientos evaluados; sin embargo, se encontró que los híbridos experimentales tuvieron un mayor diámetro de cabeza al compararlo con el testigo comercial Izalco. El híbrido que mostró más precocidad fue el XPH-5781 y el menos precoz fue el XPH-5957 comparado con el testigo Izalco, con rendimientos de 53.62, 54.37 y 55.16 t/ha, respectivamente. En el segundo año, los híbridos que sobresalieron fueron: XPH-5957, XPH-15513 y Pacífica, que superaron al testigo Izalco, con rendimientos de 50.06, 47.35, 45.48 y 43.95 t/ha, respectivamente.

**PALABRAS CLAVES:** Repollo, *Brassica oleracea*, coles, híbridos.

**EVALUATION OF CULTIVATES OF CABBAGE  
(*Brassica oleracea* var. *capitata*) IN CERRO PUNTA,  
PANAMA. 1995- 1996.**

During 1995 and 1996 were evaluated cultivates of cabbage with the purpose to select high-performance promissory materials and with good characteristic agronomics. The first year were used four experimental hybrids, and the second year were incorporated three hybrids and three varieties of green cabbage and two varieties of purple cabbage. The results obtained in the first year did not show meaningful differences between the yields of the different evaluated treatments; however, it was found that the experimental hybrids had a greater head diameter upon comparing it with the commercial witness Izalco. The hybrid that showed more

<sup>1</sup> Ing. Agr. Entomólogo. M.Sc.Parasitología Agrícola. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).  
e-mail: jlezcano@idiap.gob.pa

precociousness was the XPH-5781 and the less precociousness was the XPH-5957 compared with the witness Izalco, with yields of 53.62, 54.37 and 55.16 t/ha, respectively. In the second year, the hybrids outstanding were: XPH-5957, XPH-15513 and Pacific, that surpassed to the witness Izalco, with yields of 50.06, 47.35, 45.48 and 43.95 t/ha, respectively.

**KEY WORDS:** Cabbage, *Brassica oleracea*, cabbages, hybrid.

## INTRODUCCIÓN

El repollo (*Brassica oleracea* L.) es una hortaliza originaria del Mediterráneo y de Europa (Vavilov, 1951). Es la más antigua de las crucíferas, remontándose su origen entre los años 2,000 y 2,500 a. de C. Se cree que los egipcios la utilizaban como planta medicinal. Según el Ministerio de Agricultura (MAG) (1991), el repollo se puede cultivar en una variedad de suelos, desde arenosos y limo-arenosos hasta franco-arenosos.

En Centro América, la superficie sembrada por país va desde las 100 a 2,000 ha, con una producción que supera las 20 mil toneladas (CATIE, 1990). Según el Censo Agropecuario de 2000, en Panamá la superficie sembrada fue de 198.89 ha con una producción de 2,760.85 t, de las cuales 187.88 ha se producen en Chiriquí, con una producción de 2,718.05 t (Estadística y Censo, 2001).

La importancia de esta hortaliza radica en su constante demanda durante todo el año, la mano de obra que genera, por la cantidad de área sembrada, así como por el hecho de que es utilizado en rotación con otros cultivos hortícolas.

El repollo se consume durante todo el año y es parte importante de la dieta de un gran sector de la población y se consume en ensaladas y alimentos mixtos. Esta col es una planta bianual, con un sistema de raíces muy fibroso y abundante, reportándose que llegan a profundidades de 1.5 m y 1.05 m de crecimiento lateral; la mayor cantidad de raíces se encuentra a 45 cm de profundidad del suelo (Weaver y Bruner, 1927; Nieuwof, 1969; Valadez, 1996).

Las hojas pueden ser sésiles o con pecíolo y son más anchas (60 cm de diámetro) que largas (35 cm de longitud). La forma de las hojas es casi redonda, en comparación con las de brócoli y coliflor y tienen un color

verde claro con nervaduras muy pronunciadas. Las flores, fruto y semilla son iguales a los del brócoli y de la coliflor (Valadez, 1996).

De acuerdo con su color, las coles se dividen en cuatro grupos:

Color de las coles	Grupo
Verde claro	Copenhagen Market
Blancas	Alfa
Rojas	Rubra
Savoy	Sabanda (hojas chinas)

Tomado de Nieuwhof, 1969.

El clima es un factor que influye en la calidad de la cosecha, prefiriéndose climas templados a fríos, entre los 12-20°C; altitudes de 900 - 2,400 msnm, con un ambiente relativamente seco (Atlee, 1987).

La temperatura óptima para su germinación es de 29.4°C (Splittstoesser; 1984, Valadez L., 1996). Las temperaturas para su crecimiento y desarrollo oscilan de 15° a 20°C, con mínima de 0°C y máxima de 27°C. (Thompson y Kelly, 1959; Guenko, 1983; Valadez, 1996; Atlee, 1987; Lezcano, 1995). Se prefieren climas templados a fríos y alturas de 900-2,400 msnm (Atlee, 1987; Lezcano, 1995).

En el cultivo se prefieren cultivares precoces de cabeza mediana a chica, compactos, pesados y de alta resistencia a enfermedades (Atlee, 1987).

La diversidad genética del repollo en Centroamérica está limitada a los siguientes híbridos: Green Boy (que predomina en Guatemala, El Salvador y Honduras); Izalco (en Honduras y Costa Rica); Stone Lead (muy frecuente en Costa Rica y otros híbridos de menos uso) (CATIE, 1990). En Panamá se han utilizado cultivares como el Copenhagen Market, Marion Market, Golden Acre, Green Back, Green Boy e Izalco (Atlee, 1987).

De acuerdo con su forma, las coles se dividen en cónicas, redondas y aplanadas, teniendo más demanda las redondas. Con respecto a su ciclo vegetativo o agrícola se clasifican en precoces (70 a 80 días), intermedios (90 a 110 días) y tardías (130 a 150 días) (Valadez, 1996).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo seleccionar materiales promisorios de altos rendimientos y con buenas características agronómicas en Cerro Punta, Panamá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se establecieron en el subcentro Experimental del IDIAP en Cerro Punta, ubicado en las tierras altas de Chiriquí, con 8°51'90" latitud Norte y 82°34'19" longitud Oeste, con precipitación mensual promedio de 332.82 mm y una temperatura media

que osciló entre 16.1 y 16.9°C, a una altitud de 1,900 msnm, en el período comprendido de 1995 y 1996.

Durante el primer año (1995) se evaluaron cinco cultivares, distribuidos en un diseño de Bloques Completos al Azar con cinco repeticiones. En el segundo año (1996) se evaluaron 12 cultivares, distribuidos en un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones; estos cultivares fueron trasplantados en parcelas de 4 m de largo con cuatro hileras de surcos espaciados a 0.40 m y 0.40 m entre plantas con un área útil de 3.42 m<sup>2</sup>.

Para el control de plagas y enfermedades se realizaron aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, a razón de 522 g/ha; cartap, 1.0 kg/ha y Abamectina, 110 cc/ha, en las primeras etapas del cultivo. Para el control de *Plutella xylostella* L., la decisión de aplicación se tomó basándose en muestreos semanales de plantas (1 larva/planta).

Para el control de enfermedades se realizaron aplicaciones semanales de mancozeb a 0.5 kg/ha como preventivo y tres aplicaciones con metalaxil + mancozeb 72 WP, a 0.70 kg/ha cada quince días.

La fertilización se realizó tomando como criterio la recomendada para el cultivo: la primera aplicación se realizó a los ocho días después

del trasplante, y una segunda a los 30 días después del trasplante; al momento de la formación de la cabeza se aplicó una formulación foliar (20-20-20).

Los cultivares evaluados en 1995 fueron: XPH-5781, XPH-5785, HPX-5789, XPH-5957 y el híbrido Izalco como testigo local. Los cultivares evaluados (1996) fueron: XPH-5957, XPH-5785, Golden Acre, XPH-5789, XPH15509, XPH15508, XPH15513, Pacífica, Charmant y el híbrido Izalco, como testigo local. Para la cosecha se consideró como parcela efectiva las dos líneas centrales; se eliminaron las plantas de los extremos.

Los parámetros evaluados fueron: días a cosecha, forma de la cabeza, peso y tamaño promedio, madurez, número de cabezas cosechadas y rendimiento comercial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencia significativa entre el rendimiento y peso de cabeza de los cultivares evaluados en 1995. La variable diámetro de cabeza presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), con un coeficiente de variación de 11.08%. (Cuadro 1).

Todos los cultivares evaluados obtuvieron un rendimiento entre 50.71 y 55.16 t/ha y no hubo diferencias significativas con el testigo. El Izalco dio un

**CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CULTIVARES DE REPOLLO EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA. CERRO PUNTA. 1995.**

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculada	Prob.	C.V. %
Rendimiento	4	14.6064	0.23 ns	0.9168	14.8294
Peso/Cabeza	4	5196.9410	0.23 ns	0.9182	14.8307
Diámetro/cabeza	4	2774.4250	5.26*	0.0067	11.0824

\* = Hubo diferencias altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

ns = No hubo diferencias significativas.

diámetro de cabeza menor 166.60 mm y el mayor fue el cultivar XPH 5781, 225.70 mm. En cuanto al peso de cabeza, el cultivar que presentó menor peso fue el XPH 5789 (961.88 g) y el de mayor peso, el Izalco (1046.04 g), pero no hubo diferencias significativas entre las medias de los cultivares (Cuadro 2).

Todos los cultivares mostraron precocidad, siendo XPH-5781 el más precoz, con 72 días a cosecha, cabeza redonda y firme, con un peso promedio de cabeza de 1.02 kg. Además, presentaron diferentes tamaños de mediano a grande, según normas de calidad de los distribuidores comerciales de este cultivo (Cuadro 3).

En presencia de enfermedades, todos mostraron resistencia o tolerancia a la "pata gorda" o "hernia del repollo" (*Plasmodiophora brassicae*) y a

la "cabeza negra" (*Sclerotinia sclerotiorum*), encontrándose plantas afectadas (una planta/parcela en dos parcelas, en una repetición) en los cultivares XPH-5781 y XPH-5789.

Los híbridos XPH-5785 y XPH-5957 presentaron la etapa de preformación de cabeza a los 45 días (13-16 hojas); sin embargo, a los 62 días todos los cultivares presentaron la etapa de formación de cabeza. (Cuadro 4). Debido a lo erecto de sus hojas exteriores e interiores, que rodeaban a las que forman la cabeza, el cultivar XPH-5957 no mostró claramente el inicio de la etapa de formación de la cabeza, además de mostrar resistencia a *Plutella* y *Liriomyza*, por no encontrarse insectos o daños de éste en las plantas.

Para los cultivares evaluados en 1996, se encontró diferencias alta-

**CUADRO 2. EVALUACIÓN DE CULTIVARES EXPERIMENTALES DE REPOLLO EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA. CERRO PUNTA. PANAMÁ. 1995.**

Tratamientos	Rendimiento (t/ha) <sup>1</sup>	Diámetro/Cabeza (mm) <sup>1</sup>	Peso/Cabeza (gramos)
Izalco	55.168 a	166.60 a	1046.04 a
XPH-5957	54.372 a	211.50 b	1030.99 a
XPH-5785	54.138 a	221.20 b	1026.09 a
XPH-5781	53.624 a	225.70 b	1016.09 a
XPH-5789	50.712 a	211.00 b	961.88 a

<sup>1</sup>Promedio de cinco repeticiones.

Media seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de rangos múltiples de Duncan (P>0.05).

mente significativas en por lo menos uno de los cultivares evaluados, para las variables rendimiento total, madurez, tamaño de cabeza y peso por cabeza (Cuadro 5), con coeficientes de variación de 5.95 a 19.88%.

Cuando se compararon las medias utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan, se encontró sobresaliente los híbridos experimentales XPH-5957, con un rendimiento de 50.06 t/ha; el XPH-15513, con 47.35 t/ha y el híbrido Pacífica, con 45.48 t/ha; que superaron al testigo comercial Izalco, cuyo rendimiento fue de 43.95 t/ha; sin embargo, no hubo diferencias significativas entre estos cultivares (Cuadro 6).

Sin embargo, en los días a madurez, se encontró como los más pre-

coces a los cultivares XPH-155.08 y al Charmant, con 78 días. Entre los cultivares de repollo verde, el XPH-5785 con 464.67 mm de diámetro, resultó el de menor tamaño, seguido del Charmant (481.33 mm) y el XPH-15509 (488.33 mm), no mostrando diferencias significativas entre ellos. A diferencia del Charmant, el XPH-15509 no mostró diferencias significativas con el Pacífica, el Izalco, XPH-15513 y el XPH-5957 (506.00, 511.00, 518.67 y 538.00 mm, respectivamente), que fueron los de mayor rendimiento. Todos los repollos de color verde, tuvieron mayor peso que los de color morado, posiblemente por ser cultivares más tardíos (Cuadro 7).

En su mayoría, los cultivares evaluados eran de color verde, de acuerdo a su forma; solamente el XPH-15513

**CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVOS DE REPOLLO EVALUADOS. CERRO PUNTA. 1995.**

Cultivares	Número días de Trasp. a madurez <sup>1/</sup>	Tipo de cabeza	Madurez	Presencia de enfermedades	Color de la cabeza	Observación
Izalco	86.8	Redonda, firme	Precoz	No presencia	Verde osc.	Planta vigorosa, hojas erectas, pie corto
XPH-5957	84.6	Globosa	Precoz	No presencia	Verde osc.	Hojas interiores y exteriores verde oscuro, pie largo
XPH-5785	84.6	Redonda, firme	Precoz	No presencia	Verde claro	Hojas erectas verde oscuro, moderada., pie largo
XPH-5781	72.6	Redonda, firme	Precoz	Sclerotinia/ mancha amarilla	Verdecaña	Hojas ext. semi-erecta, planta vigorosa
XPH-5789	84.6	Redonda ligera aplanada	Precoz	Pres. Sclerotinia	Verde claro	Hoja erecta verde oscuro, pie corto, planta vigorosa

<sup>1/</sup>Cosecha más uniforme  
 Cuando el 50% de las plantas estaban de corte. (Precoz < 90 días).

**CUADRO 4. ETAPAS FENOLÓGICAS SEGÚN EL CULTIVAR EVALUADO. CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1995.**

Cultivares	Plántula (días en semillero)	Establecimiento (ddt) <sup>1</sup>	Preformación de cabeza (ddt) <sup>2</sup>	Formación de cabeza (ddt)
Izalco	30	30 - 33	35	62
XPH-5781	30	30 - 32	35	62
XPH-5957	30	35	45	62
XPH-5789	30	30 - 32	35	62
XPH-5785	30	35	45	63

ddt= días después del trasplante.

<sup>1</sup>Número de hojas promedio/planta de 11-12.

<sup>2</sup> Número de hojas promedio/planta de 13-16.

**CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ENSAYO DE CULTIVARES DE REPOLLO EN LA ÉPOCA LLUVIOSA. CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1996.**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Prob.	C.V. %
Rendimiento Total	11	1563144185	142104017	4.51	0.0013*	18.49
Madurez	11	1323.00000	120.272727	3.52	0.0058*	6.78
Tamaño de Cabeza	11	69307.63889	6300.69444	7.63	0.0001*	5.95
Peso por Cabeza	11	1.65963164	0.15087560	3.73	0.0042*	19.88

\*\*P<0.01 diferencias altamente significativas.

**CUADRO 6. PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN. EVALUACIÓN DE CULTIVARES EXPERIMENTALES DE REPOLLO. CERRO PUNTA. PANAMÁ. 1996.**

Tratamientos	Rendimiento (t/ha) <sup>2</sup>	Días a madurez después del trasplante	Tamaño de cabeza (mm) <sup>1</sup>	Peso/Cabeza (kg)
XPH-5957	50.06 a	92.000 ab	538.00 a	1.293 a
XPH-15513	47.35 ab	87.333 a	518.67 ab	1.215 a
Pacífica	45.48 ab	78.000 c	506.00 ab	1.167 a
Izalco Testigo)	43.95 ab	96.667 a	511.00 ab	1.161 a
XPH-15509	40.08 ab	82.667 c	488.33 ab	1.082 a
XPH-15508	39.77 ab	78.000 c	510.67 ab	1.095 a
Charmant	39.31 ab	78.000 c	481.33 b	1.009 a
XPH-5789	38.14 ab	87.333 c	491.67 ab	1.002 a
Golden Acre	38.00 ab	82.667 abc	497.33 ab	1.012 a
XPH-5785	35.53 b	87.333 abc	464.67 b	0.945 a
Red Jewel	22.71 c	92.000 ab	381.00 c	0.590 b
Summer Red Debut	21.67 c	92.000 ab	407.67 c	0.574 b

<sup>1</sup>Promedio de tres repeticiones.

<sup>2</sup>Media seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren estadísticamente entre sí (P>0.05).

presentó un tipo de cabeza semiovalado y el XPH-15508 fue cónica-ovalado; el resto de los cultivares evaluados fueron del tipo redondo. En cuanto a su madurez, los precoces fueron el Pacífica, el XPH-15508 y el Charmant (Cuadro 7).

## CONCLUSIONES

- ❖ En la primera evaluación realizada en 1995, los cultivares evaluados presentaron rendimientos por encima de las 50 ton/ha, por lo que fueron considerados promisorios.
- ❖ El cultivar XPH-5789 presentó el menor peso por cabeza, aunque su diámetro fue mucho mayor que el del testigo comercial Izalco.
- ❖ El híbrido XPH-5957 presentó resistencia mayor a *Plutella xylostella* y a *Liriomyza* spp.; no hubo daño en hojas, ni presencia de insectos.
- ❖ Todos los cultivares evaluados resultaron precoces, apropiados para la producción comercial; de éstos, destacaron el XPH-5781, Pacífica, XPH-15508 y el Charmant.

**CUADRO 7. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVOS DE REPOLLO EVALUADOS. CERRO PUNTA, PANAMÁ, 1996.**

Cultivares	No. de días de trasp. a madurez <sup>1</sup>	Color de la cabeza	Tipo de cabeza	Madurez <sup>2</sup>	Observaciones
XPH-5957	92	Verde	Redondo	Semitardio	
XPH-15513	87	Verde	Semiovalado	Semitardio	Cabeza semi-ovalada
Pacifica	78	Verde	Redondo	Precoz	
Izalco	97	Verde	Redondo	Semitardio	
XPH-15509	83	Verde	Redondo	Semitardio	
XPH-15508	78	Verde	Cónica ovalado	Precoz	Verde oscuro
Charmant	78	Verde	Redondo	Precoz	Verde oscuro
XPH-5789	87	Verde	Redondo	Semitardio	
Golden Acre	83	Verde	Redondo	Semitardio	
XPH-5785	87	Verde	Redondo	Semitardio	
Red Jewel	92	Morado	Redondo	Semitardio	
Summer Red	92	Morado	Redondo	Semitardio	Planta pie largo
Debut					

<sup>1</sup> Cuando el 50% de las plantas estaban de corte.

<sup>2</sup> Madurez - Precoz < 80 días. Intermedia o semitardía de 81-110 días.

- ❖ Los cultivares promisorios XPH-5957, XPH-15513 y Pacífica superaron la media de rendimiento del testigo comercial Izalco.
- ❖ De los cultivares promisorios, dos son del tipo de cabeza redondo y uno semiovalado.

### RECOMENDACIONES

- ❖ Continuar con evaluaciones de cultivares de repollo como una alternativa de obtención de nuevos materiales.
- ❖ Validar en finca de productores los cultivares promisorios.

### BIBLIOGRAFÍA

ATLEE, CH. 1987. Guía hortícola para zonas altas. International Consulting Division. Panamá. pp. 12-13.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 1990. Guía para el Manejo Integrado de plagas del cultivo de Repollo. Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas. Turrialba, Costa Rica. 80 p.

DONAIRE, J.I.; CERNA, O. 1992. Evaluación de siete cultivares de repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) en Siguatepeque, Honduras. CEIBA. Memoria del Primer Taller Internacional de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de repollo en Honduras. Honduras. Vol. 33 (2): 541-545.

ESTADÍSTICA Y CENSO. 2001. Censos Nacionales de 2000. Contraloría General de la Nación de la República de Panamá. Vol. 1, Tomo 1. pp. 13-81.

GUENKO, G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. pp. 45-79.

LEZCANO, J., A. 1995. Evaluación de cultivares de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata) en dos épocas de siembra. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. IDIAP. Informe Técnico. Panamá. 5 p.

MAG. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Repollo. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Costa Rica. pp. 353-360.

- NIEUWOF, M. 1969. Cole Crops. World Crop Books. Leonard Hill Books, London, England. pp. 25-26.
- RIVERAM, P.; RODRÍGUEZ S., D.A.; F., BORRERO, F. 1999. Manejo de plagas en hortalizas de clima frío. División de Sanidad Vegetal. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Produmedios. Boletín Sanidad Vegetal 28. Colombia. 103 p.
- SPLITTSTOESSER, W. E. 1984. Vegetable Growing Handbook. 2<sup>nd</sup> ed. AVI Publishing Co. Inc., Westport Connecticut, USA pp. 89-91.
- THOMPSON, H. C.; W. C., KELLY. 1959. Vegetable Crops. 5th ed. McGraw-Hill Co. Inc., USA. pp. 19-40.
- VALADEZ, L., A. 1996. Producción de hortalizas. UTEHA. Editorial Limusa, S. A. México. pp. 67-79.
- VAVILOV, N. I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Ronald Press, New York, USA. pp. 90-99.
- WEAVER, J. E.; W. E., BRUNER. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., USA. pp. 35-37.

## **EFICACIA BIOLÓGICA DEL INSECTICIDA ZETA CIPERMETRINA PARA EL MANEJO DE *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EN REPOLLO. 2001.**

**José A. Lezcano B.<sup>1</sup>; Rodrigo Morales<sup>2</sup>**

### **RESUMEN**

La "palomilla dorso de diamante" (*Plutella xylostella*) representa en la actualidad uno de los factores limitantes en la producción comercial de repollo (*Brassica oleraceae* var. Capitata). Dentro de los grupos químicos utilizados para su manejo, se han observado reducciones importantes de las poblaciones de *P. xylostella*, con la utilización de piretroides, alternados con *Bacillus thuringiensis*. Es por esta razón, que el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia biológica de dos formulaciones de zeta cipermetrina, en el manejo de la palomilla dorso de diamante. Se evaluó las formulaciones de zeta cipermetrina (1.5 EW y 1.5 EC) utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados consistieron en tres dosis de las formulaciones de zeta cipermetrina, comparados con cipermetrina 20 EC, *B. thuringiensis* var. Kurstaki 3.5% y un testigo sin insecticida. La formulación zeta cipermetrina 1.5 EC, a dosis de 22.5 g i.a./ha, presentó el mayor número de repollos de calidad comercial, la zeta cipermetrina 1.5 EW 36 g i.a./ha, presentó la media mayor de rendimiento comercial de calidad uno. En la variable rendimiento comercial todos los tratamientos superaron al testigo. En el porcentaje de infestación a los 25 ddt, la zeta cipermetrina EW y EC a dosis de 36 g i.a./ha y 11.0 g i.a./ha, respectivamente, presentaron el menor porcentaje. La zeta cipermetrina 1.5 EW (36 g i.a./ha) fue la que presentó el mejor control a través de las aplicaciones de los tratamientos.

**PALABRAS CLAVES:** *Plutella xylostella*, palomilla dorso de diamante, repollo, *Brassica oleraceae*.

<sup>1</sup> Ing. Agr., M.Sc. Parasitología Agrícola, Entomólogo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: jlezcano@idiap.gob.pa.

<sup>2</sup> Ing. Agr. M.Sc. Fitopatología, Investigador. IDIAP, Cerro Punta (hasta 2003).

## BIOLOGICAL EFFICIENCY OF THE INSECTICIDE ZETA CIPERMETHRIN FOR THE MANAGING OF *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) IN CABBAGE. PANAMA. 2001.

The "Moth diamond back" (*Plutella xylostella*) represents at present one of the limiting factors in the commercial cabbage production (*Brassica oleraceae* var. capitata). within the chemical groups used for its manage, they have been observed important reductions of the populations of *P. xylostella*, with the utilization of piretroides, alternated with *Bacillus thuringiensis*. For this reason, the present study had as objective to evaluate the biological efficiency of two zed formulations cipermetrin in the managing of the moth diamond back (1.5 EW and 1.5 EC) using a design BCA with three repetitions. The evaluated treatments consisted of three doses of the zed formulations cipermetrina, compared with cipermetrin 20 EC, *B. thuringiensis* var. Kurstaki 3.5% and a witness without insecticide. The zeta formulations cipermetrin 1.5 EC to dose of 22.5 g i.a./ha, presented the greater number of cabbages of commercial quality, 1.5 EW 36 g i.a./ha, presented the average greater than commercial yield of quality one. In the variable commercial yield all the treatments surpassed to the witness. In the percentage of infestation to 25 ddt, the zeta cipermetrin EW and EC to dose of 36 g i.a./ha and 11.0 g i.a./ha, respectively, and also they presented the smaller percentage. The zeta cipermetrin 1.5 EW (36 g i.a./ha) presented the best control through the applications of the treatments.

**KEY WORDS:** *Plutella xylostella*, moth diamond back, cabbage, *Brassica oleraceae*.

### INTRODUCCIÓN

La palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L.) Lepidóptera de la familia Plutellidae, es uno de los insectos plaga más importante como factor limitante en la producción de repollo en Panamá y Centro América (CATIE, 1990; Díaz y col., 1999; Carballo y col., 1990) La siembra continua de coles y la presencia de crucíferas silvestres, permite al insecto disponer de alimento permanente, lo que favorece su reproducción e incremento de la población (Díaz y col., 1999).

El adulto de *P. xylostella*, oviposita un promedio de 160 a 300 huevecillos individual o en pequeños grupos (de 8 a 10) en el envés de las hojas. Una vez emergen las larvitas, minan la epidermis de la superficie inferior de las hojas, saliendo posteriormente, ubicándose en sitios protegidos, tales como las depresiones de las hojas o en sus bordes irregulares. Las larvas se alimentan de follaje y flores, afectando la calidad de la cabeza del repollo y la calidad de las flores de coliflor y brócoli (CATIE, 1990; Díaz y col., 1999).

En este sentido, CATIE (1990) señala que el daño inicial en larvas de

primer y segundo estadio, consiste en agujeros o ventanas en las hojas, dejando la superficie inferior intacta. Los estadios posteriores causan un mayor daño, principalmente al introducirse al punto de crecimiento y más tarde a la cabeza.

El hábito de esconderse dentro del punto de crecimiento o formación de cabeza dificulta el manejo de este insecto.

El CATIE (1990) y Díaz y col. (1999) indican que la susceptibilidad del repollo varía con el desarrollo fenológico del cultivo. En semilleros, la "palomilla dorso de diamante" se vuelve un problema si éstos se ubican cerca de áreas que son fuentes de inmigración de adultos. En esta etapa, si existe una infestación elevada de larvas, puede ocurrir una pérdida significativa de plántulas. Mientras que en la etapa de establecimiento o crecimiento vegetativo del cultivo es más tolerante y un ataque en los primeros 20 días después del trasplante todavía no tendrá mucha incidencia en la cosecha (Díaz y col., 1999). En el manejo de esta plaga se recomienda proteger las plantas desde los 20 días (cuarta semana) después del trasplante hasta la cosecha (Díaz y col., 1999).

Debido al problema que causa *P. xylostella* al cultivo de repollo, según Martínez (1999), los productores han adoptado el establecimiento de progra-

mas candelarizados de aplicación de insecticidas, sin considerar el grado de infestación, el nivel de daño, muestreo poblacional y la rotación con diferentes grupos de insecticidas; esto contribuye a incrementar los costos y los problemas de contaminación ambiental, con el desarrollo de poblaciones resistentes.

Actualmente se reportan en el manejo químico de la "palomilla dorso de diamante" el uso de diafentiuiron, fenilpirazol fipronil, teflubenzuron, cartap, cipermetrina, paration metílico, entre otros.

Trabajos realizados por Cerna y Donaire en 1986, mostraron resultados no significativos para rendimiento; mientras que al comparar fosforados con piretroides se encontró una alta significancia; lo que demostró la alta resistencia desarrollada por la "palomilla dorso de diamante" a los insecticidas piretroides. En este sentido, Carballo (1986) evaluó la infestación de larvas y pupa de *P. xylostella*, utilizando decametrina, permetrina, acefato y *B. thuringiensis*, alternados, encontrando reducciones del insecto plaga.

Lagunes y Rodríguez (1988) en repollo, para el manejo de la "palomilla dorso de diamante", en México, utilizaron como criterio de aplicación, tan pronto se detecten masas de huevecillos o larvas pequeñas y cuando se

encuentre una larva por metro lineal de surco; usando para su manejo el azinfos metílico, metamidofos, para-tión metílico, fenvalerato y *B. thuringiensis*, entre otros.

En el estudio sobre manejo de la "palomilla dorso de diamante" con agroquímico, se ha incorporado el uso de organismos entomopatógenos; y, en este sentido Morales (1995) evaluó la eficiencia biológica y económica de diversos productos microbianos con base a *B. thuringiensis*, para el manejo de *P. xylostella* en Cerro Punta, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos con *B. thuringiensis* y los testigos comercial y absoluto. Asimismo, Silva y Díaz (2000), estudiaron el potencial de *P. xylostella* a desarrollar tolerancia a las delta endotoxinas contenidas en *B. thuringiensis* subespecie kurstaki.

El insecticida zeta cipermetrina, es la molécula a-ciano (3-fenoxifenil)metil (+) cis/trans3-(2,2-dicloroetenil)-2,2 dimetilciclopropano carboxilato; ésta ha sido evaluada en otros lepidópteros en arroz, algodón con excelentes resultados, representando una alternativa en el manejo de esos insectos plaga.

El objetivo del presente estudio fue el de evaluar la eficacia biológica de dos formulaciones de zeta cipermetrina, en el manejo de la "palomilla dorso de diamante" en repollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el periodo comprendido entre el 24 de abril y 16 de julio de 2001, en Cerro Punta, distrito de Bugaba, provincia de Chiriquí, Panamá; ubicado a 8°51'90" de latitud Norte y 82°34'19" de longitud Oeste y una altura de 1860 msnm, con una precipitación de 586.27 mm y una temperatura promedio de 16.9°C. La zona presenta suelos clasificados como Andepts del orden Inceptisol (Atlee, 1987). Son suelos derivados de la actividad volcánica, profundos, de buen drenaje y buena capacidad de absorción, con un alto contenido de arena (franco arenosos) y un alto contenido de materia orgánica (>7%).

Utilizando la variedad de repollo Quisto se evaluaron tres dosis de dos formulaciones del insecticida zeta cipermetrina, aplicados semanalmente de acuerdo a la infestación del 10% en plantas con daño nuevo. Los tratamientos evaluados fueron: zeta cipermetrina 1.5 EW, 11.0 g i.a./ha; 22.5 g i.a./ha y 36.0 g i.a./ha; zeta cipermetrina 1.5 EC, 11.0 g i.a./ha; 22.5 g i.a./ha y 36.0 g i.a./ha; comparados con los testigos comerciales, cipermetrina 20 EC 106 g i.a./ha; *Bacillus thuringiensis* 3.5% a una concentración de 17.50 g i.a./ha y un testigo sin insecticida (agua).

**CUADRO 1. ESCALA DE EVALUACIÓN SEGÚN ESCALA MODIFICADA POR WORKMAN Y COL. (1980)**

Grado	Observación
1	Sin daño
2-3	Daño ligero a moderado
4-6	Daño fuerte a muy severo

**CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA EL EFECTO DE LOS INSECTICIDAS EN EL NÚMERO DE REPOLLOS COSECHADOS SEGÚN CALIDAD. CERRO PUNTA. 2001.**

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	PROB.
<b>Rendimiento Calidad 1</b>				
Repetición	2	38.0000	19.0000	0.0566
Tratamiento	8	78.6666	9.8333	0.1535 ns
Error	16	88.0000	5.5000	
Total	26	204.6666		
<b>Rendimiento Calidad 2</b>				
Repetición	2	43.6296	21.8148	0.2088
Tratamiento	8	460.0740	57.5092	0.0048 **
Error	16	201.7031	12.6064	
Total	26	705.4074		
<b>Rendimiento Calidad 3</b>				
Repetición	2	19.1851	9.5925	0.3346
Tratamiento	8	674.0740	84.2592	0.0001 **
Error	16	130.8148	8.1759	
Total	26	824.0740		

\* Hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); \*\* Hubo diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ )  
 ns = No hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ )

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, en parcelas de 4.4 m<sup>2</sup>.

Se realizaron conteos de larvas vivas y muertas después de la aplicación para cada tratamiento. En la evaluación de infestación se muestrearon 10 plantas al azar por parcela. En cada planta se revisaron las cuatro primeras hojas envoltentes y la sección central de la planta. Para evaluar el rendimiento, se utilizó la escala modificada por Workmann y col. (1980) (Cuadro 1). El repollo cosechado se clasificó en primera calidad (1= sin daño); segunda calidad (2 a 3= daño ligero a moderado) y producto no comercial (4 a 6= daño fuerte a muy severo). Después de la separación del producto se determinó el peso en kg por parcela útil (1.98 m<sup>2</sup>) y luego se calculó el rendimiento por hectárea.

En esta evaluación se consideró entre las variables a evaluar, el número de larvas vivas y muertas encontradas en 10 plantas al azar, únicamente después de la primera aplicación de los tratamientos, con el propósito de evitar sesgos debido a la presión de selección sobre las poblaciones del insecto plaga existentes en el cultivo. Se evaluó el rendimiento comercial de repollo según escala modificada por Workman y col. (1980) basado en el grado de daño de la cabeza: Calidad 1 y 2 (escala 1 y 2 a 3) para repollos de primera

y de segunda o no comercial los de calidad 3 (escala 4 a 6).

Se realizó un análisis de varianza y prueba de Duncan al 5% para el porcentaje de incidencia de larvas y para el rendimiento. Se usó una transformación de arcoseno para los porcentajes de incidencia de larvas de *P. xylostella* en el cultivo.

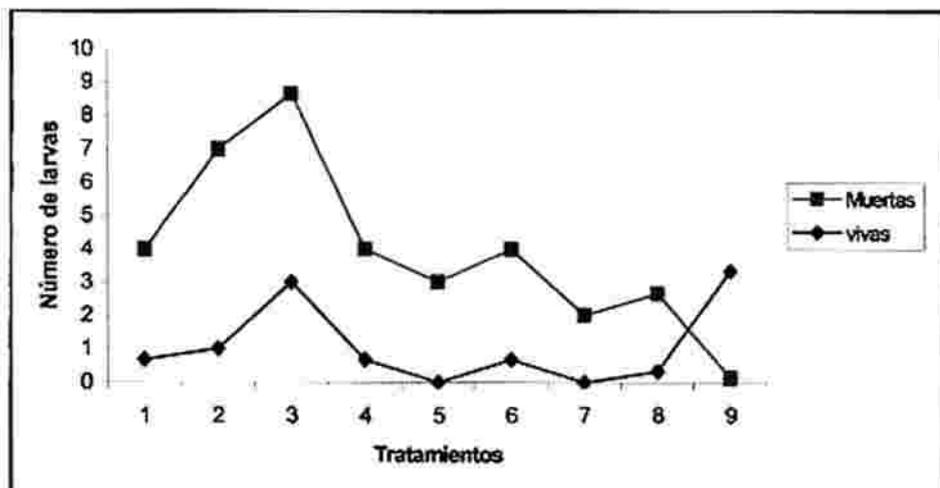
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos para el número de repollos calidad 1 (Cuadro 2) mientras que presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos en el número de repollos cosechados de calidad 2 y entre los de calidad 3. Al comparar las medias de los tratamientos se encontró que en el número de repollo calidad 1, la zeta cipermetrina EW a 36 g. i.a./ha fue el mejor con 5.66 repollos, superando al testigo absoluto, y a la zeta cipermetrina EC a 11.0 g i.a./ha; el tratamiento zeta cipermetrina EC y zeta cipermetrina EW (22.5 g i.a. /ha) presentaron el mayor número de repollos de calidad 2, con 16.67 y 18 repollos superando al tratamiento con *B. thuringiensis* (17.5 g i.a. /ha) y al testigo absoluto. Sin embargo, no mostraron diferencias significativas con los demás tratamientos (Cuadro 3). El tratamiento con *B. thuringiensis*, presen-

**CUADRO 3. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL EFECTO DE LOS INSECTICIDAS EN EL NÚMERO DE REPOLLOS COSECHADOS SEGÚN CALIDAD. CERRO PUNTA, BUGABA, CHIRIQUÍ. 2001.**

Tratamientos (g i.a./ha)	Número de repollos		
	Calidad comercial		No comercial
	1	2	3
Zeta cipermetrina EW 11.0	4.333 ab	16.333 ab	1.333 c
Zeta cipermetrina EW 22.5	1.667 ab	18.000 a	2.000 c
Zeta cipermetrina EW 36.0	5.667 a	14.667 ab	1.667 c
Zeta cipermetrina EC 11.0	1.000 b	16.000 ab	5.000 bc
Zeta cipermetrina EC 22.5	2.333 ab	16.667 a	2.667 c
Zeta cipermetrina EC 36.0	3.000 ab	15.333 ab	3.667 bc
Cipermetrina 106.0	4.333 ab	14.000 ab	3.667 bc
<i>B. thuringiensis</i> 17.50	3.667 ab	9.667 bc	8.667 b
Testigo (sin insecticida)	0.000 b	4.000 c	18.000 a

Medias seguidas de la misma letra en la misma columna, no difieren entre sí ( $P > 0.05$ ), según la prueba de Rango múltiple de Duncan's.



**FIGURA 1. EFECTO DE INSECTICIDAS EN LA MORTALIDAD DE LARVAS DE *P. xylostella*. CERRO PUNTA, BUGABA. 2001.**

tó el mayor número de repollos no comercial seguido de la zeta cipermetrina EC (11.0 g i.a./ha).

Estos resultados indican que las dos formulaciones de zeta cipermetrina mostraron una buena protección del repollo durante su ciclo vegetativo. En la Figura 1 se presenta el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de larvas de la "palomilla dorso de diamante" en el cultivo después de aplicado los insecticidas. Los tratamientos con zeta cipermetrina EW, presentaron un comportamiento creciente a medida que se aumentaba la dosis del producto, encontrando una mayor mortalidad de larvas en el tratamiento 3 (zeta cipermetrina EW 36 g i.a./ha). Se puede observar que el testigo absoluto (tratamiento 9) presentó cero larvas muertas y cuatro larvas vivas. Los tratamientos 4, 5 y 6 (zeta cipermetrina EC) presentaron mortalidades de larvas superiores a los tratamientos 7 y 8 (cipermetrina y *B. thuringiensis*, respectivamente).

Este efecto se traduce en repollos de calidad con escalas que van de 1 (sin daño) hasta 2 a 3 (daño ligero a moderado). Se observó que los tratamientos, presentaron bondades sobre la fauna benéfica (depredadores y parasitoides), ya que durante la realización del ensayo se encontraron presentes en el cultivo parasitoides de *Liriomyza* y otros insectos no fitó-

fagos; estos resultados se pueden considerar excelentes si tomamos en cuenta que los tratamientos incluyendo a la zeta cipermetrina en sus dos formulaciones, fueron aplicados cinco veces durante todo el ciclo del cultivo, sin alternarlos con otros grupos toxicológicos (presión de selección).

En el análisis de varianza (Cuadro 4) para el efecto de los insecticidas en el rendimiento de repollo según calidad, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) en el rendimiento comercial para repollos calidad 1; pero, hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) en el rendimientos comercial calidad 2; y diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en la variable rendimiento comercial calidad 3 y rendimiento comercial total (repollo calidad 1 + calidad 2). Esto indica que por lo menos un tratamiento fue diferente a los demás.

En la prueba de medias (Cuadro 5) se encontró que la zeta cipermetrina EW 36.0 g i.a./ha, presentó el mayor rendimiento comercial calidad 1, mostrando diferencias significativas solamente con el testigo y la zeta cipermetrina 11 g. i.a./ha. En el rendimiento calidad 2, todos los tratamientos presentaron rendimientos superiores a los 40 quintales/ha, siendo superiores al testigo absoluto y al tratamiento con

**CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA EL EFECTO DE LOS INSECTICIDAS EN EL RENDIMIENTO DE REPOLLO SEGÚN CALIDAD. CERRO PUNTA, BUGABA, CHIRIQUÍ. 2001.**

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	PROB.
<b>Rendimiento Calidad 1</b>				
Repetición	2	657.39312	328.69656	0.0614
Tratamiento	8	1207.78327	150.97291	0.2219 ns
Error	16	1575.46635	98.46665	
Total	26	3440.64274		
<b>Rendimiento Calidad 2</b>				
Repetición	2	15.3520	7.6760	0.9527
Tratamiento	8	3625.4096	453.1762	0.0348 *
Error	16	2529.2736	158.0796	
Total	26	6170.0352		
<b>Rendimiento Calidad 3</b>				
Repetición	2	483.8827	241.9413	0.0863
Tratamiento	8	5804.5117	725.5639	0.0002 **
Error	16	1350.5296	84.4081	
Total	26	7638.9241		
<b>Rendimiento Total Comercial</b>				
Repetición	2	514.3446	257.1723	0.2316
Tratamiento	8	5594.8315	699.3539	0.0059 **
Error	16	2564.0856	160.2553	
Total	26	8673.2619		

\* Diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

\*\* Diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ )

**CUADRO 5. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL EFECTO DE LOS INSECTICIDAS EN EL RENDIMIENTO DE REPOLLO SEGÚN CALIDAD COMERCIAL. CERRO PUNTA, BUGABA, CHIRIQUÍ. 2001.**

Tratamiento (g i.a./ha)	Rendimiento en qq/ha					
	Calidad			Comercial	Total	
	1	2	3			
Zeta cipermetrina EW 11.0	13.877 ab	53.06 a	2.523 c	66.95 a	69.473 a	
Zeta cipermetrina EW 22.5	5.553 ab	55.23 a	5.227 bc	60.79 a	66.013 a	
Zeta cipermetrina EW 36.0	23.567 a	44.61 a	4.380 bc	68.18 a	72.557 a	
Zeta cipermetrina EC 11.0	2.523 b	54.71 a	13.467 bc	57.24 a	70.703 a	
Zeta cipermetrina EC 22.5	5.890 ab	48.06 a	8.173 bc	53.95 a	62.127 a	
Zeta cipermetrina EC 36.0	10.523 ab	44.32 a	10.063 bc	54.93 a	64.997 a	
Cipermetrina 106.0	12.207 ab	42.45 a	6.947 bc	54.65 a	61.600 a	
<i>B. thuringiensis</i> 17.50	12.623 ab	31.62 ab	21.043 b	44.25 a	65.290 a	
Testigo (sin insecticida)	0.000 b	17.26 b	52.533 a	17.26 b	69.790 a	

Medias seguidas de la misma letra en la misma columna, no difieren entre sí ( $F < 0.05$ ), según la prueba de Rango múltiple de Duncan's.

**B. thuringiensis.** En el rendimiento Total Comercial, todos los tratamientos superaron al testigo absoluto, no presentando diferencias significativas entre ellos.

El hecho de que en la variable número de repollos, sobresale el tratamiento zeta cipermetrina EC 22.5 g i.a./ha, mientras que en el rendimiento sobresale el tratamiento zeta cipermetrina EC 36.0 g i.a./ha (poco margen y no significativo) se debe a diferencia por tamaño y peso por repollo y no al efecto directo de los tratamientos.

El efecto de los tratamientos en el porcentaje de incidencia de larvas de la "palomilla dorso de diamante", (Cuadro 6), el análisis de varianza presentó diferencias significativa ( $P < 0.05$ ) a los 32 ddt, 39 ddt y altamente significativa ( $P < 0.01$ ) a los 53 ddt.

Al comparar las medias de porcentaje de incidencia de la plaga (Cuadro 7), a los 25 ddt, el tratamiento con **B. thuringiensis** presentó el menor porcentaje de infestación con 5.79%, seguido de la cipermetrina 106 g i.a./ha y la zeta cipermetrina EC 11.0 g i.a./ha, ambas con 8.71% de incidencia, seguida por la zeta cipermetrina EW 36.0 g i.a./ha, con 9.70% no mostrando diferencias significativas entre ellas y con la zeta cipermetrina EC a 22.5 y 36.0 g i.a./ha. La zeta cipermetrina EW a dosis de 36 g i.a./ha, fue

la que mostró el mejor control a través de las aplicaciones; mostrando un bajo porcentaje de incidencia de larvas de la "palomilla dorso de diamante" a los 32 y 39 ddt. La zeta cipermetrina EC 36 g i.a./ha, mostró 0% de incidencia de la plaga a los 53 ddt, presentando un control moderado a los 25, 32 y 39 ddt.

Cerna y Donaire en 1986, encontraron resultados no significativos para rendimiento; mientras que al comparar fosforados con piretroides, encontraron una alta significancia; concluyendo que la "palomilla dorso de diamante" presenta una alta resistencia a los insecticidas piretroides. En este sentido, Carballo (1986), evaluó la infestación de larvas y pupa de **P. xylostella**, utilizando decametrina, permetrina, acefato y **B. thuringiensis**, alternados, encontrando reducciones de la plaga.

Los resultados encontrados muestran la eficacia biológica de las dos formulaciones de zeta cipermetrina en el manejo de larvas de **P. xylostella**. Estos tratamientos mostraron una alta mortalidad en el número de larvas encontradas después de la aplicación de los tratamientos.

## CONCLUSIONES

- ❖ Las formulaciones evaluadas de la zeta cipermetrina mostraron efectos significativos sobre las

**CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE LOS INSECTICIDAS EN EL PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE LARVAS DE *P. xylostella* EN REPOLLO. CERRO PUNTA, BUGABA, CHIRIQUÍ. 2001.**

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	PROB.
% de incidencia 32 ddt				
Repetición	2	148.5200	74.2600	0.4774
Tratamiento	8	2784.7720	348.0965	0.0135 *
Error	16	1534.0097	95.8756	
Total	26	4467.3018		
% de incidencia 39 ddt				
Repetición	2	371.3342	185.6671	0.2914
Tratamiento	8	3407.9292	425.9911	0.0272 *
Error	16	2228.3935	139.2746	
Total	26	6007.6570		
% de incidencia 53 ddt				
Repetición	2	418.1934	209.0967	0.1294
Tratamiento	8	3080.0861	385.0107	0.0064 **
Error	16	1436.0768	89.7548	
Total	26	4934.3548		

\* Diferencia significativa ( $P < 0.05$ )\*\* Diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

**CUADRO 7. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL EFECTO DE LOS INSECTICIDAS EN EL PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE LARVAS DE *P. xylostella* EN REPOLLO. CERRO PUNTA, BUGABA, CHIRIQUÍ. 2001.**

Tratamiento (g i.a./ha)	% de incidencia días después del transplante (ddt)1/					
	18	25	32	39	49	53
Zeta cipermetrina EW 11.0	10.66a	12.62a	31.11ab	12.92 b	41.22abc	8.52 bc
Zeta cipermetrina EW 22.5	9.69a	12.62a	12.86 bc	8.60 b	46.98abc	10.85 bc
Zeta cipermetrina EW 36.0	11.69a	9.70 b	6.39 c	4.24 b	15.05 c	10.67 bc
Zeta cipermetrina EC 11.0	8.71a	8.71 b	24.39abc	15.12 b	21.73 bc	21.96 b
Zeta cipermetrina EC 22.5	10.69a	10.69ab	23.92abc	25.04ab	36.57abc	8.52 bc
Zeta cipermetrina EC 36.0	8.71a	10.66ab	10.46 c	10.73 b	29.38abc	0.00 c
Cipermetrina 106.0	8.71a	8.71 b	17.99abc	4.24 b	24.34 bc	10.73 bc
<i>B. thuringiensis</i> 17.50	6.76a	5.79 b	6.39 c	10.85 b	61.74a	10.46 bc
Testigo (sin insecticida)	10.67a	17.64a	36.29a	41.89a	54.55ab	39.79a

1 Datos transformados arco seno. Medias seguidas de la misma letra en la misma columna, no difieren entre sí ( $P > 0.05$ ).



FIGURA 1. Larva de *Plutella xylostella*, de 8 a 12 mm de largo, su coloración varía de amarillo claro al emerger del huevecillo a verde oscuro (bien desarrolladas) se encuentran debajo de las hojas entre las venas.

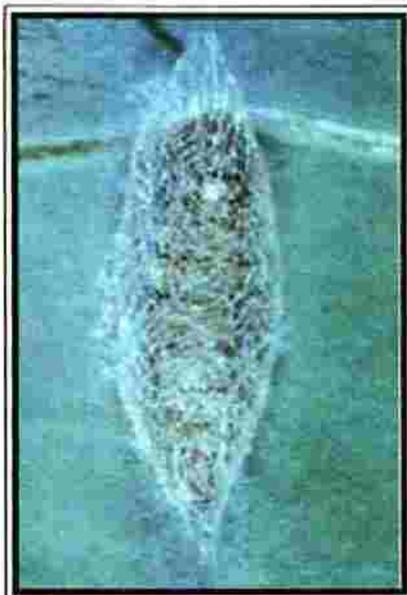


FIGURA 2. El tamaño de la pupa es de 10 a 12 mm, rodeada de un capullo de seda blanco; se encuentra adherido a la superficie de la hoja.



FIGURA 3. El nombre de "Palomilla dorso de diamante" se deriva de que cuando están en posición de descanso las marcas de las alas cuando se juntan forman tres diamantes a lo largo del dorso de la palomilla.

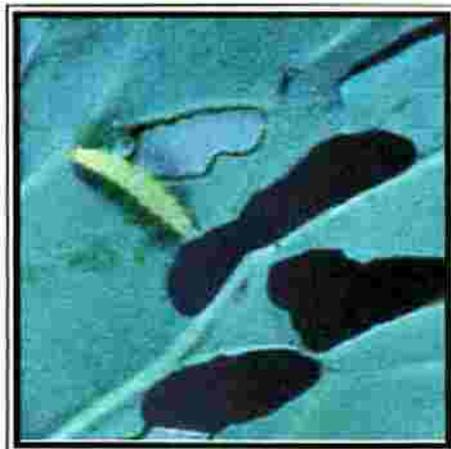


FIGURA 4. El daño que provocan las pequeñas larvas al alimentarse, al crecer las hojas estos hoyos se agrandan, dejando la planta llena de agujeros, lo que reduce la calidad de la cabeza del repollo.

poblaciones de la "palomilla dorso de diamante", mostrando protección al cultivo de repollo durante su desarrollo.

- ⊕ Se encontraron resultados promisorios en dos dosis de las dos formulaciones de zeta cipermetrina evaluadas (EW y EC), 36 g i.a./ha y 11.0 g i.a./ha, respectivamente.

### RECOMENDACIONES

- ★ La eficacia encontrada de las formulaciones de zeta cipermetrina 1.5 EW y 1.5 EC, deberían ser recomendadas en el manejo alternado con insecticidas biológicos, que permitan un mejor manejo del insecto plaga, con excelentes resultados y el mínimo daño a la fauna benéfica.
- ★ Evaluar el efecto de las dos formulaciones de zeta cipermetrina sobre la fauna benéfica.

### BIBLIOGRAFÍA

ATLEE, CH. 1987. Guía hortícolas para zonas altas. International Consulting División. Panamá. p. 12

CARBALLO, M. 1986. Investigación sobre manejo integrado de *Plutella xylostella* (L.) en el cultivo de repollo en Costa Rica. Memoria del primer taller internacional de manejo integrado de plagas en el cultivo de repollo en Honduras. Del 10 al 14 de marzo, 1988. CEIBA. Honduras. pp. 617-622.

CARBALLO, M. y col. 1990. Evaluación de criterios de aplicación de insecticidas para el manejo de *Plutella xylostella* en repollo. Manejo Integrado de Plagas. Revista del Proyecto MIP/CATIE. Costa Rica. Septiembre. (13) 23-38.

CERNA, O.; DONAIRE, I. 1986. Evaluación de insecticidas en Repollo para el control de *Plutella xylostella* (L.). Memoria del primer taller internacional de manejo integrado de plagas en el cultivo de repollo en Honduras. Del 10 al 14 de marzo, 1988. CEIBA. Honduras. pp. 479-480.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Proyecto de manejo integrado de plagas. Informe técnico. 150 Costa Rica. 80 p.

- DIAZ, J. y col. 1999. Manejo Integrado de plagas en el cultivo de repollo. CATIE. Programa Regional CATIE-MIP/AF (NORAD). Manuel Técnico No. 38. Nicaragua. 103 p.
- MARTÍNEZ R., P.; RODRÍGUEZ S, D. A. BORRERO, F. 1999. Manejo de Plagas en Hortalizas de clima frío. Instituto Colombiano Agropecuario. División de Sanidad Vegetal. PRODUMEDIOS. Santa Fe de Bogotá, Colombia. pp. 89-92.
- MORALES A., R. A. 1995. Evaluación de insecticidas biológicos con base en el *Bacillus thuringiensis* (Berliner) para el control de *Plutella xylostella* en Repollo. Ciencia Agropecuaria (Panamá) (8): 43-50.
- PACHECO M., F. 1994. Plagas de los cultivos oleaginosos en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarios. México. pp. 424-426.
- SILVA F., M. A.; DIAZ G., O. 2000. Potencial de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) para desarrollar tolerancia a las delta endotoxinas de *Bacillus thuringiensis* subespecie kurstaki. XXXV Congreso Nacional de Entomología. Memoria. Acapulco, Guerrero. pp. 364-368.
- LAGUNES T., A.; RODRÍGUEZ M., C. 1988. Combate químico de plagas agrícolas en México. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. México. pp. 21-24.
- WORKMAN, R. B.; CHALFANT, R. B. SCHUSTER, R.B. 1980. Management of the cabbage looper and diamondbacks moth on cabbage by using two damage thresholds and five insecticide treatments. Journal of Economic Entomology (USA) 73:757-758.

**DISTRIBUCIÓN DEL BIOTIPO B DE *Bemisia tabaci* (Genn.)  
(HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) EN LA ZONA CENTRAL  
Y EN LA PROVINCIA PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ. 2001.**

**Luis Alvarado <sup>1</sup>; Janeth Sánchez <sup>1</sup>; Bruno Zachrisson <sup>2</sup>;  
\*Orencio Fernández <sup>3</sup>**

**RESUMEN**

La distribución del biotipo B de *Bemisia tabaci* en las provincias de Panamá y Coclé fue comparada con la población encontrada en las provincias de Los Santos y Herrera. La identificación de *B. tabaci* se realizó por medio de ninfas de cuarto instar. Los ejemplares de moscas blancas se colectaron en 57 parcelas de solanáceas y cucurbitáceas durante la estación seca de 2001 (enero a marzo). El biotipo B se diferenció fácilmente mediante el patrón de bandas de RAPD-PCR. De un total de 156 insectos individuales (adultos o ninfas) analizados, 112 (71.8%) fueron identificados como biotipo B. El biotipo B predominó sobre los biotipos nativos, principalmente en las cucurbitáceas. Algunos reportes indican que poblaciones de ambos biotipos (A y B) fueron encontrados en el mismo hospedero.

**PALABRAS CLAVES:** *Bemisia tabaci*; mosca blanca; Biotipo B; distribución geográfica.

**DISTRIBUTION OF *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE)  
BIOTYPE B IN THE CENTRAL ZONE AND PANAMA PROVINCE,  
REPUBLIC OF PANAMA. 2001.**

The distribution of *Bemisia tabaci* biotype B, in the provinces of Panama and Coclé, was presented and compared between the biotypes found in the provinces of Los Santos and Herrera. The fourth nymphal instar (pupa) was used to identify the whiteflies collected in the 57 hosts (cucurbits and solanaceous), during the dry season of the 2001 (January to March). The biotypes of *B. tabaci*, were easily distinguished by RAPD-PCR banding pattern. The individual analyses of the 156 insects (adult or nymphs) was considered 112 (71.8%) as biotype B. The biotype (B) was predominant over the indigenous biotype, mainly in cucurbits crops, and in some cases there was mixed biotypes (A y B) populations, on the same host.

**KEY WORDS:** *Bemisia tabaci* Biotipo B; whiteflies; geographic distribution.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Panamá.

<sup>2</sup> Entomólogo, Ph.D.; Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), CIAOR, Panamá. e-mail: bazsalam@sinfo.net

<sup>3</sup> Virologo, Ph.D., Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), CIAOR, Panamá. (+ Julio de 2003).

## INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) es una importante plaga cosmopolita, que presenta un amplio rango de plantas hospederas de las regiones tropicales y subtropicales. La importancia como insecto-plaga radica en la capacidad de transmitir virus y la plasticidad de sus poblaciones, presentando una amplia gama de biotipos (Brown, 1992).

La relevancia de este insecto aumentó con la aparición y diseminación de un nuevo biotipo en América, denominado B (Costa y Brown, 1990). El biotipo B tiene características genéticas y biológicas contrastantes con el biotipo A.

Las características presentadas por el biotipo B son las siguientes: tasa de fecundidad mayor, amplio rango de hospederas, elevada resistencia a insecticidas, la capacidad de producir desórdenes fisiológicos como la hoja plateada del zapallo (*Cucurbita pepo*) o la madurez irregular del tomate, además de un patrón característico de bandas de RAPD-PCR, confirma la plasticidad de las poblaciones del biotipo B de *B. tabaci* (Costa y Brown, 1990; Costa y col., 1993; Bethke y col., 1991; Yokomi y col., 1990; Maynard y Cantliffe, 1989; Gawel y Bartlett, 1993; De Barro y Driver, 1997).

El primer informe de *B. tabaci* en Panamá se hizo en la región de Azuero en 1983, en el cultivo de tomate, en donde se presentó la sintomatología de geminivirus (Comunicación con el Dr. Orencio Fernández, no publicado). El problema se intensificó en los cultivos de cucurbitáceas y solanáceas, en la región del pacífico panameño con temperaturas entre 28° y 32°C, debido a las aplicaciones indiscriminadas de insecticidas por los productores grandes y pequeños (Poveda, 1995).

El geminivirus, reportado en tomate, es el Tomato Leaf Curl Virus-Pan (ToLCV-Pan), considerado como la principal fuente de daño en este cultivo, produciendo pérdidas por el orden de un millón de dólares durante el período 1991-1997 (Engel y col., 1998), además de presentar niveles de infección mayores de 75% en el inicio de la fructificación (Vásquez, 2000).

A mediados de la década de los 90, se observó el síndrome de la hoja plateada en zapallo ("Silver Leaf Syndrome"), en esta misma zona. Guerra y col. (2002) realizaron un estudio de los biotipos presentes en Azuero, utilizando la metodología RAPD-PCR y encontraron el biotipo B en pimentón (*Capsicum annum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrullus lanatus*) y zapallo (*Cucurbita pepo*).

En vista de la importancia del biotipo B, como plaga en la región central de Panamá ("Arco seco"), al igual que en el resto del mundo, es necesario monitorear la dispersión de las poblaciones de éste. Por las razones expuestas, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la distribución del biotipo B de *B. tabaci*, en las provincias de Coclé y Panamá, en cultivos pertenecientes a las familias Solanaceae y Cucurbitaceae.

Los estudios periódicos de la distribución y prevalencia de cada biotipo servirán de base para establecer la relación epidemiológica virus-vector-huésped de los biotipos de *B. tabaci* y de los Begomovirus encontrados en Panamá. Así, se podrá desarrollar e implementar un programa de manejo integrado de la mosca blanca para Panamá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

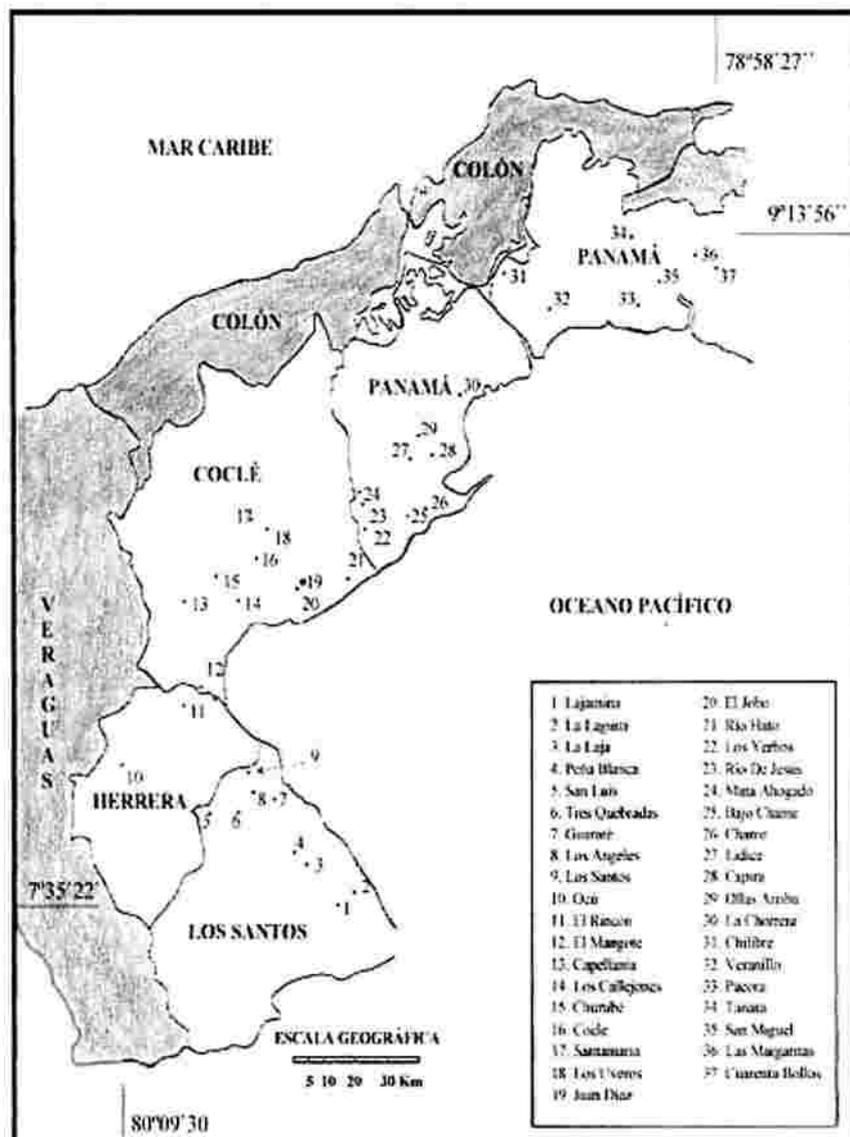
### *Colecta de las muestras*

Las colectas de *Bemisia tabaci* (Genn.) se realizaron entre los meses de enero y marzo de 2001, en las provincias de Coclé y Panamá (Figura 1), presentando altitudes entre los 10 y 875 msnm. De esta manera, se colectaron 57 muestras, considerándose ninfas y/o adultos en cultivos de las familias Cucurbitaceae y Solanaceae,

los cuales se preservaron en alcohol al 70%. Además, se colectaron ejemplares en papaya (*Carica papaya*, Caricaceae), yuca (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) y otoa (*Xanthosoma sagittifolium*, Araceae).

### *Identificación de las especies*

Para la identificación mediante la clave taxonómica elaborada por Caballero (1992), se utilizaron de 5 a 10 ninfas de cuarto instar, seleccionadas al azar en cada muestra. El proceso para clarificar las ninfas, constó de dos pasos: el primero consistió en la inmersión de una solución de KOH al 5% por dos horas a 40° C, para posteriormente pasar a la tinción de los ejemplares, por medio de fucsina ácida al 1% por 10 minutos. El montaje en placas cóncavas de las ninfas de cuarto instar (instar) permitió la observación en el microscopio de las estructuras que caracterizan la especie. También se observaron éstas en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Así, las muestras fueron deshidratadas en series de alcohol (70%, 80%, 90% y 100%), acetato de amilo y secadas en un secador de Punto Crítico CPD Denton Vacuum. Las muestras secas se recubrieron con una capa de oropaladio de 200 nm de espesor y se observaron en un Microscopio Electrónico de Barrido Jeol 1500 LV, voltaje de AC 25 kv. El MEB permitió definir el detalle del orificio vasiforme, estructura utilizada para la identificación de



**FIGURA 1. LOCALIDADES MUESTREADAS EN LAS PROVINCIAS DE PANAMÁ, COCLÉ, HERRERA<sup>a</sup> Y LOS SANTOS.**

Fuente: Guerra y col. (2002)

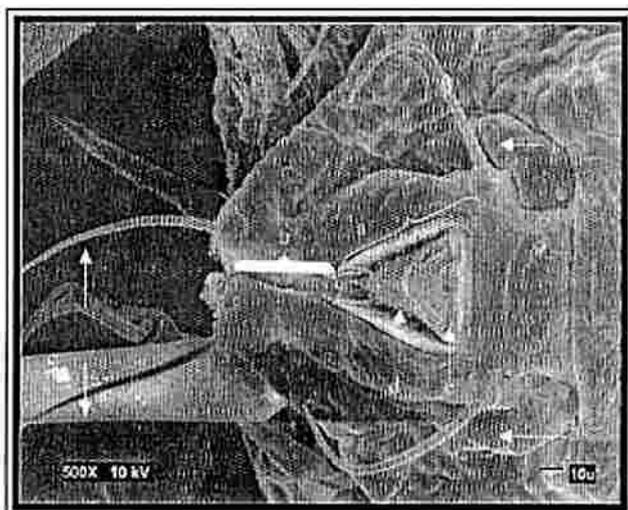
especies de mosca blanca (Caballero, 1992). Los caracteres morfológicos, como tamaño, forma del orificio vasiforme y del canal caudal; así como la disposición de las setas caudales y de las setas del octavo (8°) ó noveno (9°) segmento abdominal, además de la forma del opérculo y lígula, permitieron la identificación de la especie (Figura 2).

#### **Diferenciación de biotipos por RAPD- PCR**

El procedimiento utilizado en la diferenciación de los biotipos A y B de *B. tabaci* permitió comparar las muestra

colectadas localmente, con los testigos provenientes del CIAT, los cuales se conservaron en alcohol al 70%. La identificación molecular de los biotipos se realizó mediante RAPD-PCR, utilizando adultos y/o ninfas. La metodología RAPD-PCR es una técnica útil y práctica para separar biotipos de *B. tabaci*, cuando se consideran poblaciones de referencia como control, además de permitir la utilización de especímenes conservados en alcohol al 70% (De Barro y Driver, 1997).

El ADN se extrajo, de acuerdo al método descrito por De Barro y Driver (1997), en donde se maceró un insecto



**FIGURA 2.** SEGMENTO POSTERIOR DE NINFA DE 4° INSTAR DE *Bemisia tabaci*. A) ORIFICIO VASIFORME; B) CANAL CAUDAL; C) SETAS CAUDALES; D) LÍNGULA; E) OPÉRCULO; F) SETAS DEL OCTAVO (8°) SEGMENTO ABDOMINAL.

to por tubo eppendorf de 1.5 ml, conteniendo 20 µl buffer de lisis (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl pH 8.4, 0.45% nonidet P-40 (NP-40), 0.45% Tween 20 y 500 µg de proteinasa K). Luego, se incubó a 65°C durante un período de una hora y se inactivó la proteinasa K a 95°C por un lapso de 15 minutos y se adicionó 25 µl de agua desionizada estéril. Los extractos fueron almacenados a -20°C, para utilizarse posteriormente.

La reacción de RAPD-PCR se realizó en un volumen final de 25 µl, conteniendo 5µl del extracto de DNA, 12 µl de agua desionizada estéril, 3 µl de MgCl<sub>2</sub> (25 mM), 2.5 µl buffer PCR (10x), 1.5 µl de dNTP's (150 mM), 1.0 µl de iniciador (20 pm o l/ml), 0.3 µl de Taq polimerasa (Perkin Elmer) (la cual no se suma al volumen final). Los iniciadores utilizados fueron: F12: 5'acggtaccag 3' y H16: 5'tctcagctgg 3' (De Barro y Driver, 1997) (Operon Technologies Inc.). Los ciclos de amplificación fueron: (1) 94°C por 5 min; (2) 40°C por 2 min; (3) 72°C por 3 min; (4) 94°C por 1 min; (5) 40°C por 1.5 min; (6) 72°C por 2 min, repitiéndose 39 veces desde el punto 4. Los productos de la amplificación se separaron en geles de agarosa al 1.5% en buffer TBE 0.5X (45 mM Tris-borato, 1mM EDTA), corridos a 60 voltios constantes por dos horas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Identificación de las especies*

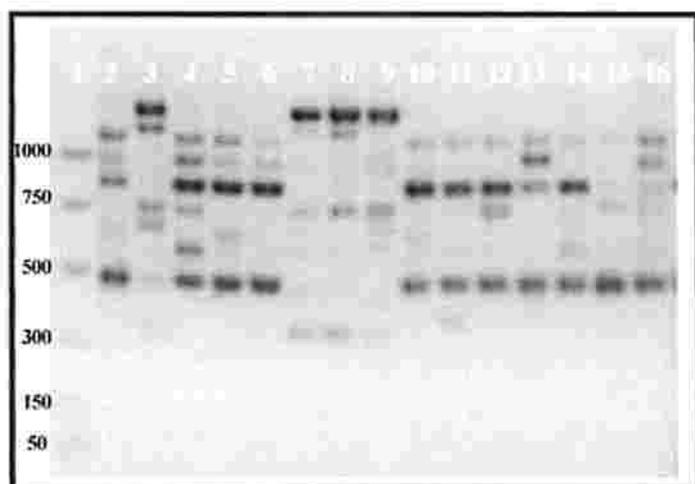
La especie identificada en todas las muestras de Solanáceas y Cucurbitáceas fue *Bemisia tabaci* (Genn.). Los otros cultivos (papaya, yuca y otoo), no presentaron ejemplares de *B. tabaci*, motivo por el cual no fueron analizadas mediante RAPD-PCR.

### *Diferenciación de biotipos por RAPD - PCR*

En este artículo se utilizó el biotipo A, como referencia de las muestras analizadas en las cuales presentaron un mismo patrón de bandas entre sí, pero diferente al que presentó el biotipo B.

Los patrones de bandas obtenidos demostraron ser útiles para diferenciar los biotipos. A partir del iniciador F12 se obtuvieron bandas de 500 pares de base (pb) y 850 pb, que permitió identificar el biotipo B. Las bandas de 1200 pb y 750 pb se utilizaron para identificar el biotipo A (Figura 3). El biotipo A, cuyo iniciador fue H16, usó las bandas de 900 y 100 pb; a diferencia del biotipo B, que presentó bandas de 750 pb y 900 pb (Figura 3).

Las colectas realizadas en las provincias de Panamá y Coclé, procedentes de 34 parcelas de cucurbitáceas y



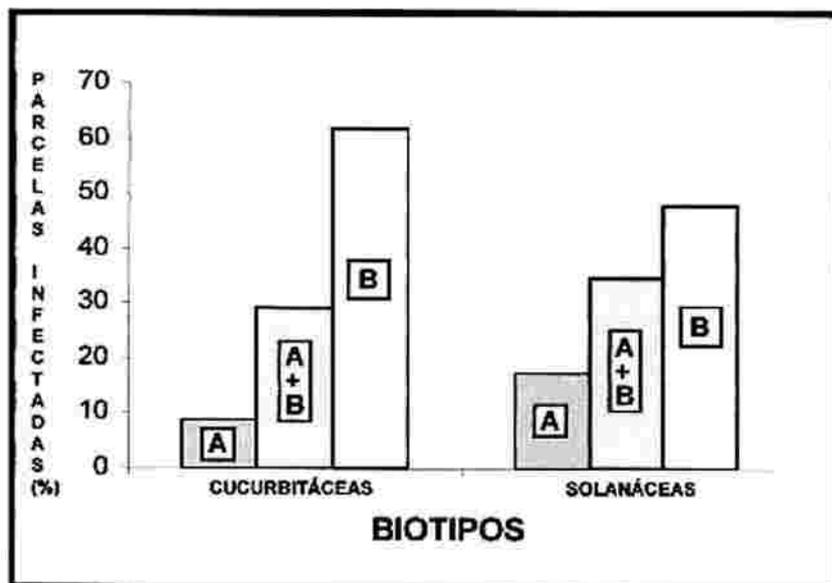
**FIGURA 3.** Diferenciación de los biotipos A y B de *Bemisia tabaci* mediante RAPD - PCR. Amplificación con el iniciador F12. Línea 1: Marcador de peso molecular (pb); Líneas 2, 4 - 6, 10 - 16: Biotipo B; Líneas 3, 7 - 9: Biotipo A.

solanáceas, permitieron analizar 156 especímenes. La identificación de individuos del biotipo A y B fue de 44 y 112, respectivamente. Algunos casos en que ambos biotipos se encontraron conviviendo en el mismo hospedero fueron observados. Las poblaciones mixtas fueron observadas en cultivos de cucurbitáceas en Natá; en cultivos de berenjena, tomate y pepino sembrados en Capira; en cultivos de melón y sandía en La Chorrera. De manera semejante, los cultivos de sandía y tomate, ubicados en Las Margaritas (Chepo), también observaron este fenómeno.

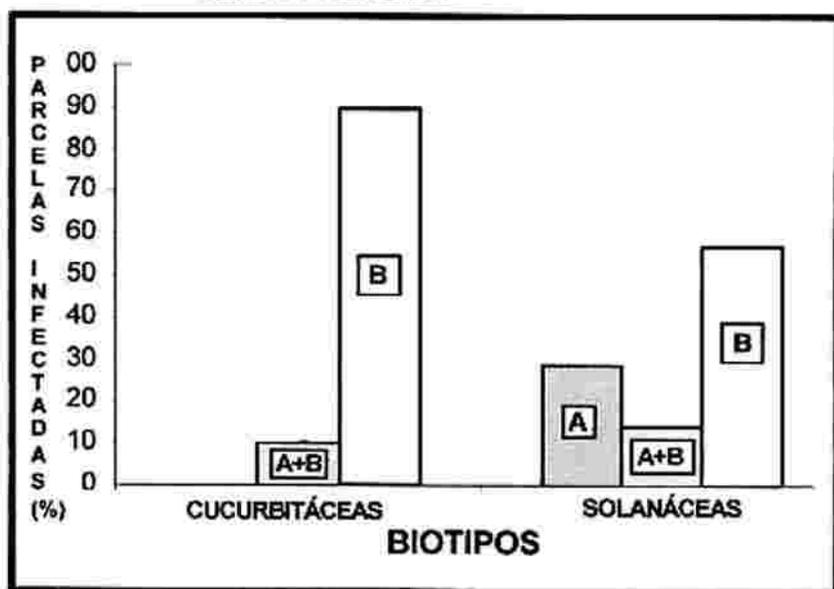
Las poblaciones del biotipo A, encontradas en la zona de estudio, se ubican en el Grupo 1, en conjunto con los biotipos del Nuevo Mundo (Perring, 2001; Brown, 2002 com. pers.).

El biotipo B mostró preferencia por las cucurbitáceas en las provincias de Panamá y Coclé (Figura 4), similar a lo encontrado por Guerra y col. (2002) en el área de Azuero (Figura 5), lo que se confirmó mediante las observaciones realizadas por Brown (com. pers.), Quintero y col., (1998) y Guerra y col., (2002). La preferencia del biotipo B, por cucurbitáceas y el síndrome de la

**FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE LOS BIOTIPOS A Y B EN CUCURBITÁCEAS Y SOLANÁCEAS EN LAS PROVINCIAS DE PANAMÁ Y COCLÉ.**



**FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE LOS BIOTIPOS A Y B EN CUCURBITÁCEAS Y SOLANÁCEAS EN EL ÁREA DE AZUERO.**



Fuente: Guerra y col. (2002)

hoja plateada del zapallo se reportó en Azuero, donde la producción de cucurbitáceas y de tomate es intensiva (Guerra y col., 2002). El síndrome de la hoja plateada en el cultivo de zapallo, infestada con ninfas del biotipo B, también fueron observadas, en la región Este de la provincia de Panamá (Veranillo).

La población del biotipo B, en el cultivo de tomate, fue más elevada en las provincias de Coclé y Panamá Oeste, no así en Panamá Este, en donde hubo la misma proporción de ambos biotipos. En general, en esta zona, el cultivo del tomate, no se realiza en las proximidades de las parcelas de cucurbitáceas. No obstante, en los sitios donde existen los cultivos de cucurbitáceas y de tomate adyacentes, el biotipo B predomina sobre al A.

La literatura reporta que las ninfas del biotipo B poseen mayor capacidad de sobrevivencia y mayor velocidad de desarrollo, cuando se comparan con las del biotipo A, fenómeno constatado en algunas cucurbitáceas, como el melón (Cohen y col., 1992). Además, se presentan niveles elevados de la población en tomate (Perring y col., 1991). El biotipo A se encontró en algunas localidades de Azuero asociada al cultivo de tomate, en donde no se cultivan cucurbitáceas (Los Angeles y Tres Quebradas) (Guerra y col., 2002). La observación

anterior prevalece para la provincia de Panamá, en las localidades de Chame, Tanara y Cuarenta Bollos (Cuadro 1).

Las características bioecológicas propias del biotipo B, tales como la mayor tasa de multiplicación, el rango de hospederos más amplio (Brown, 1992; Quintero y col., 1998) y la mayor velocidad de desarrollo, en condiciones de reducida humedad relativa y temperatura elevadas (Cohen y col., 1992), permiten explicar la predominancia del biotipo B, en la zona de estudio.

La predominancia del biotipo "B" observada en el área de Azuero (provincias de Los Santos y Herrera) (Guerra y col., 2002), tiende a disminuir en Coclé, Panamá Oeste y Panamá Este (Cuadro 2). El resultado presentado, puede atribuirse a la reducción de la frecuencia de aplicación de plaguicidas, a medida que nos desplazamos hacia la región de Panamá Este, en función de la reducción del área cultivada con cucurbitáceas. A excepción del área de Pacora (Panamá Este), en donde el número de aplicaciones de insecticidas es mayor y los cultivos predominantes son las cucurbitáceas. El área de Panamá Oeste, se destaca por la producción intensiva de tomate, a diferencia de las provincias de Los Santos, Herrera y Coclé.

**CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS BIOTIPOS DE *Bemisia tabaci* (GENN.) POR PROVINCIAS.**

PROVINCIAS	LOCALIDADES	NUMERO DE PARCELAS MUESTREADAS	BIOTIPOS	
			A	B
COCLÉ	El Mangote	3	3	4
	Capellanía	3	1	6
	Los Callejones	1	--	4
	Churubé	2	4	2
	Coclé	1	2	1
	Santa María	1	1	3
	Los Uveros	1	--	4
	El Jobo	1	--	2
	Juan Díaz	7	1	14
	Río Hato	2	1	4
PANAMÁ OESTE	Los Yerbos	1	--	2
	Río de Jesús	1	--	2
	Mata Ahogado	3	--	7
	Bajo Chame	1	1	2
	Chame	1	3	--
	Lídice	1	--	4
	Capira	2	3	5
	Ollas Arriba	2	1	4
	La Chorrera	8	8	15
PANAMÁ ESTE	Chilibre	2	2	3
	Veranillo	1	--	3
	Pacora	6	1	17
	San Miguel	1	1	2
	Tanara	1	3	--
	Las Margaritas	3	5	2
	Cuarenta bollos	1	3	--

**CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS BIOTIPOS DE *Bemisia tabaci* POR ÁREA Y POR CULTIVO.**

AREAS	CULTIVO	N° DE PARCELAS MUESTRADAS	BIOTIPOS <sup>a</sup>	
			A	B
COCLÉ	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	7	6	14
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	7	5	11
	<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	1	—	2
	<i>Cucurbita pepo</i> (zapallo)	2	1	4
	<i>Lycopersicon esculentum</i> (tomate)	4	1	11
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	1	—	2
SUB TOTAL		22	13 (22.8%) <sup>b</sup>	44 (77.2%)
PANAMA OESTE	<i>Capsicum annum</i> (pimentón)	2	2	3
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	1	2	3
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	3	3	5
	<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	4	2	12
	<i>Cucurbita pepo</i> (zapallo)	2	2	3
	<i>Lycopersicon esculentum</i> (tomate)	6	4	11
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	2	1	4
SUB TOTAL		20	16 (28.1%)	41 (71.9%)
PANAMA ESTE	<i>Capsicum frutescens</i> (ají criollo)	2	4	1
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	1	1	1
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	1	—	5
	<i>Cucurbita pepo</i> (zapallo)	5	1	12
	<i>Lycopersicon esculentum</i> (tomate)	6	9	8
SUB TOTAL		15	15 (35.7%)	27 (64.3%)
TOTAL		76	44 (28.2%)	112 (71.8%)

<sup>a</sup> Número de individuos analizados.

<sup>b</sup> Las cifras entre paréntesis corresponden al porcentaje de individuos identificados en cada biotipo.

## AGRADECIMIENTO

A los Drs. Francisco Morales y Pamela Anderson del CIAT, por facilitar los biotipos utilizados como testigos.

## CONCLUSIONES

- ⊕ La identificación preliminar de las especies de la familia Aleyrodidae, se basa en la observación de la estructura y forma del orificio vasiforme, canal caudal, opérculo y la ligula.

- Ⓜ La metodología RAPD-PCR es un método práctico para separar biotipos de *B. tabaci*, por medio del patrón de bandas.
- Ⓜ El biotipo B de *Bemisia tabaci*, predominó en cucurbitáceas y solanáceas, en las localidades muestreadas en las provincias de Coclé y Panamá.
- Ⓜ La población del biotipo B de *B. tabaci*, en el cultivo del tomate alcanzó niveles más elevados en las provincias de Coclé y Panamá Oeste.
- Ⓜ La predominancia del biotipo B es mayor en las localidades en donde existen parcelas adyacentes de los cultivos de cucurbitáceas y de tomate.
- Ⓜ El biotipo A se encontró asociado al cultivo de tomate en localidades donde no se cultivan cucurbitáceas.

### BIBLIOGRAFÍA

- BETHKE, J. A.; PAINE, T. D.; NUSSLY, G. S. 1991. Comparative Biology, Morphometrics, and Development of two Populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on Cotton and Poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America* 84 (4): 407 - 11.
- BROWN, J. 1992. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América de 1989 a 1992. *In* Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. (eds) L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C. R. CATIE. pp.1 - 9.
- CABALLERO, R. J. 1992. Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slide-mounted pupal and field keys for identification, fields characteristics, hosts, distribution, natural enemies and economic importance. Kansas State University, College of Agriculture, Department of Entomology, Manhattan, M.Sc. Thesis. 201 p.
- COHEN, S.; DUFFUS, J. D.; LIU, H. Y. 1992. A new *Bemisia tabaci* biotype in the Southwestern United States and its role in Silverleaf of Squash and transmission of Lettuce Infectious Yellows Virus. *Phytopathology* 82: 86 - 90
- COSTA, H. S.; BROWN, J. K. 1990. Variability in biological characteristics, isozyme patterns and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* in Arizona. *Phytopathology* 80: 888.

- COSTA, H. S.; ULLMAN, D. E.; JONSON, M. W.; TABASHNIK, B. E. 1993. Squash Silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology* 83: 763 - 66.
- DE BARRO, P. J.; DRIVER, F. 1997. Use of RAPD PCR to distinguish the B biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Australian Journal of Entomology* 36: 149 - 52.
- ENGEL, M.; FERNÁNDEZ, O.; JESKE, H.; FRISCHMUTH, T. 1998. Molecular Characterization of a new whitefly - transmissible bipartite geminivirus infecting tomato in Panama. *Journal of General Virology* 79: 2313 - 7.
- GAWEL, N. J.; BARTLETT, A. C. 1993. Characterization of differences between whiteflies using RAPD - PCR. *Insect Molecular Biology* 2 (1): 1 - 5.
- GUERRA J. A.; FERNÁNDEZ, O.; GUTIÉRREZ, O.; MURILLO, A.; VILLAREAL, N. 2002. Las moscas blancas presentes en áreas hortícolas de la Península de Azuero. Los Santos, 1999. *Ciencia Agropecuaria*. En Prensa.
- MAYNARD, D. N.; CANTLIFFE, D. J. 1989. Squash silverleaf and tomato irregular ripening: new vegetable disorders in Florida. *Vegetables Crops Fact Sheet*, Florida Cooperative Extension Service Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville.
- PERRING, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725 - 37.
- QUINTERO, C.; CARDONA, C.; RAMÍREZ, D.; JIMÉNEZ, N. 1998. Primer registro del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24: 23 - 9.
- VÁSQUEZ, L. 2000. Informe Final de la Consultoría del Proyecto FAO TCP-PAN 8922 Panamá.
- YOKOMI, R. K.; HOELMER, K. A.; OSBORNE, L. S. 1990. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash Silverleaf disorder. *Phytopathology* 80: 895 - 900.

**PRIMER REGISTRO DE *Cistunidella foveolata* (Champion, 1894)  
(Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae: Ischyrosomychini) SOBRE  
LAUREL (*Cordia alliodora* RUIZ & PAVÓN, OKEN,  
Boraginaceae), EN LA REGIÓN NORORIENTAL DE LA  
REPÚBLICA DE PANAMÁ. 2003.**

**Bruno Zachrisson <sup>1</sup>**

El Laurel (*Cordia alliodora*) es considerada como una de las principales especies forestales para Panamá, presentando una amplia distribución geográfica en todo el país (Opler y Janzen, 1983). El complejo de insectos-plagas que se ha identificado para esta especie forestal, se restringe a especies de las órdenes: Himenóptera (Familia: Formicidae) (*Azteca*, *Cremogaster*, *Dolichoderus*, *Tapinoma*, *Camponotus*, *Leptothotax*, *Pseudomyrmex*, *Brachymirmex*, *Zacryptocerus* y *Paratrechina*) (Longino, 1996; Rojas y col., 2001) y Auchenorrhyncha (*Hebralebra nicaraguensis*, *Hebralebra panamensis*, *Omegalebra* sp. y *Micrutalis* sp., Arguedas y col., 1997). La presencia de otra especie de insecto-plaga del Laurel, no reportada a la fecha, para la región nororiental del país, fue colectada y se siguieron los procesos de colecta de ejemplares adultos *in situ* para la preparación y montaje posterior del material. La identificación de la especie, de acuerdo a la clave de Cassidinae de Panamá (Windsor y col., 1992) y confirmación por parte del Dr. Zundir Buzzi (Universidad Federal de Paraná-Curitiba, Brasil), corresponde a *Cistudinella foveolata* (Champion, 1894) (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae: Ischyrosomychini) (Figuras 1, 2). Previo a este reporte, no se había constatado el registro de larvas y de adultos de *Cistudinella foveolata*, en *C. alliodora* (Laurel) para la región nororiental

<sup>1</sup> Ph. D. Entomología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOR).  
e-mail: idiap-che@cwpanama.net

del país, específicamente en la localidad de Calzada Larga.

A inicios de septiembre del 2003 se constató que, tanto larvas como adultos de *C. foveolata*, se alimentaron de hojas de *C. alliodora*, alcanzando reducciones foliares próximas al 100% (94-100%). La población promedio de larvas y adultos por hojas de *C. foveolata* observada en una hectárea de arbustos (800 y 1,000 arbustos por hectárea) fue de 30 y 17 individuos por hoja, respectivamente; en donde se consideraron cinco hojas de manera aleatoria del estrato medio de la planta huésped (Laurel), totalizando 50 plantas muestreadas por parcela. Windsor y col. (1992) colectaron ejemplares adultos de *C. foveolata*, en la localidad de La Fortuna, Chiriquí, ubicada a 600 m de altura. Este aspecto define la gravedad del problema, en función de la dispersión y adaptación de esta especie de insecto-plaga, en dos zonas ecológicas contrastantes, la localidad de Calzada Larga ubicada en la región nororiental de la provincia de Panamá y La Fortuna, localizada en la provincia de Chiriquí. En este sentido, aspectos bioecológicos y etiológicos del insecto-plaga fueron observados,

confirmando la adaptación de *C. foveolata* a 34°C de temperatura y 88% de humedad relativa, en la localidad de Calzada Larga, Panamá, lo que sustenta la versatilidad de ésta en cuanto a la adaptación en diferentes zonas ecológicas. El comportamiento gregario en la fase larval, característica de la subfamilia Cassidinae (Buzzi, 1988; Windsor y col., 1992), asociado a las elevadas poblaciones de insecto-plaga, favoreció la reducción foliar en las parcelas de *C. alliodora* (Laurel). Por otro lado, la presencia de larvas de diferentes instares, caracterizado por el número de exuvias o mudas alojadas en una estructura ubicada en la región posterior del abdomen, llamada de Apéndice Exuvio-Fecal (Buzzi, 1988), el insecto garantizó la colonización de la parcela. La reducida presencia de depredadores observada en el área, que se restringió al registro exclusivo de adultos de *Cycloneda* sp. (Coleóptera: Chrysomelidae), no contribuyó con el control natural de *C. foveolata*. Por lo anteriormente citado y discutido, es importante considerar las cuarentenas internas, en el traslado de especies forestales promisorias, en función del transporte tanto de insectos-plagas como de enfermedades, las cuales pueden afectar el desarrollo forestal en el país.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARGUEDAS, M.L.; HILJE, L.; CHAVERRI, L.; QUIRÓS, C.; ARAYA, C.; SCORZA, F. 1997. Catálogo de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 66 p.
- BUZZI, Z. J. 1988. Biology of Neotropical Cassidinae. pp. 372-92. *In* (eds.) Jolivet, P.; Petitpierre, E.; Hsiao, T. H. Biology of Chrysomelidae. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 615 p.
- LONGINO, J. T. 1996. Taxonomic characterization of some livestock inhabiting *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica, with special reference to the ants of *Cordia* (Boraginaceae) and *Triplaris* (Polygonaceae). *Journal of Hymenoptera Research* 5: 131-156.
- OPLER, P. A.; JANZEN, D. H. 1983. *Cordia alliodora* (Laurel). pp. 219-221. *In* (eds.) Janzen, D.H., Costa Rica Natural History. University of Chicago Press, Chicago. 354 p.
- ROJAS, L.; GODOY, C.; HANSON, P.; KLEIN, C.; HILJE, L. 2001. Diversity of hoopers (Homoptera: Auchenorrhyncha) in coffee plantations with different types of shade in Turrialba, Costa Rica. *Agroforestry Systems* 94 (1): 161-176.
- WINDSOR, D. M.; RILEY, E. G.; STOCKWELL, H.P. 1992. An introduction to the Biology and Systematics of Panamerican Tortoise Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). pp. 372-391. *In* (eds.) Quintero, D.; Aiello, A. Insects of Panama and Mesoamerica (Selected Studies). Oxford University Press, New York. 697 p.

**CULTIVARES DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) CON RESISTENCIA A ENFERMEDADES FOLIARES Y ALTOS RENDIMIENTOS. CAISÁN, PANAMÁ. 2002-2003.**

**Edwin Lorenzo <sup>1</sup>; Francisco González <sup>2</sup>**

## INTRODUCCIÓN

En Panamá la producción de frijol común se concentra en la provincia de Chiriquí (98%), en las áreas de Caisán, Río Sereno, San Andrés, Hornito, Potrerillos y Bugaba; y en la provincia de Veraguas en Santa Fé y Chitra (CGR, 2001).

Estas áreas se encuentran en elevaciones comprendidas entre los 500 y 1,500 msnm, en donde las temperaturas fluctúan entre 18° y 25°C, condiciones necesarias para un adecuado desarrollo y fructificación del cultivo (Rodríguez, 1995). Se caracterizan por presentar una alta humedad relativa (80%), lo cual propicia el ataque de enfermedades como la mustia hilachosa causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, la cual afecta severamente los rendimientos de las variedades criollas que son susceptibles (IDIAP, 1997).

La mustia hilachosa es un problema muy importante para la producción de frijol en las tierras tropicales bajas y húmedas de América Latina y el Caribe, donde predominan las temperaturas moderadas a cálidas y una precipitación abundante (Gálvez y col., 1994).

El nivel de resistencia disponible en frijol común no es suficientemente adecuado para permitir la siembra del cultivo, sin el uso de fungicidas costosos, en ambientes donde se espera una presión alta del inóculo. El desarrollo de líneas de frijol con mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa

permitiría una mejor producción de frijol en las zonas húmedas y cálidas de los trópicos (Beaver y col., 2002).

Actualmente los productores demandan nuevas variedades que les permitan sustituir aquellas que han dejado de ser productivas (variedades criollas). Por tal motivo, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar y seleccionar cultivares de frijol de grano negro pequeño con resistencia a la mustia hilachosa, a la mancha angular y altos rendimientos bajo las condiciones ambientales de Caisán, en la provincia de Chiriquí.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se estableció en la finca de un productor colaborador de Caisán, distrito Renacimiento, provincia de Chiriquí, República de Panamá. La siembra se realizó el 17 de octubre de 2002 y se cosechó el 17 de enero de 2003. Esta finca está ubicada entre los 8° 35' de latitud Norte y 82° 40' de longitud Oeste, a una altitud aproximada de 800 msnm.

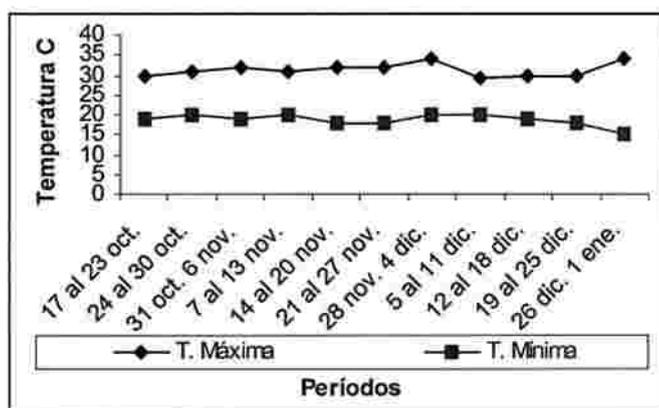
Según la clasificación de Holdridge (1987), estas localidades están en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (Bmh-T). Los suelos son Inceptisoles desarrollados a partir de cenizas volcánicas provenientes del Volcán Barú (Jaramillo, 1991).

Durante el período que se llevó a cabo el experimento se midió la temperatura máxima y mínima promedio (31 y 19 °C, respectivamente) (Figura 1) y la precipitación (Figura 2).

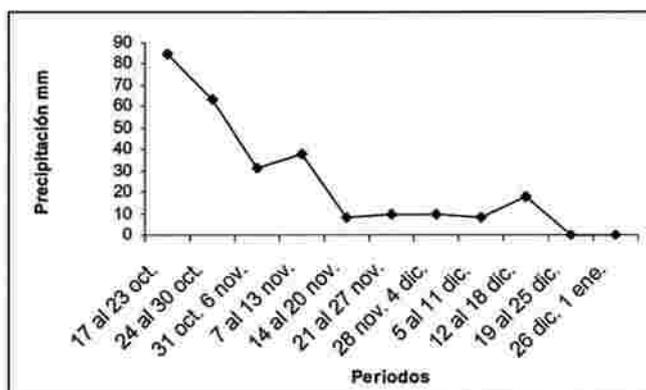
En el experimento se usó el diseño de bloques incompletos al azar con una repetición. El tamaño de las parcelas experimentales fue de un surco de 3 m de largo, separados a 60 cm entre sí y se depositaron 10 semillas por metro lineal.

El control de malezas se realizó con la aplicación de glifosato, a razón de 0.480 kg i.a./ha a las malezas germinadas y pendimentalina en pre-emergencia, a razón de 1.65 kg i.a./ha. Después de 25 días de la siembra (dds), se aplicó glufosinato de amonio, a una dosis de 0.30 kg i.a./ha, entre calles, dirigida a las malezas, utilizando pantallas protectoras para no ocasionar daño al frijol. La fertilización consistió de la aplicación de 182.7 kg de la fórmula 18-46-0 por hectárea al momento de la siembra. Se hizo una aplicación complementaria de nitrógeno, a razón de 182 kg de urea/ha a los 30 dds.

Se sembraron 52 cultivares de frijol de grano negro incluyendo los dos testigos, los cuales se observan en el Cuadro 1.



**FIGURA 1. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA REGISTRADA DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO. CAISÁN, CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 2002.**



**FIGURA 2. PRECIPITACIÓN PLUVIAL DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO. CAISÁN, CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 2003.**

No se realizaron aplicaciones de fungicidas, con el fin de evaluar el efecto de las enfermedades en el follaje de los cultivares de frijol. Se evaluó el comportamiento de la mustia hilachosa y la mancha angular causada por *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk y *Phaeoisariopsis griseola*, respectivamente, utilizando la escala del CIAT (1987), de 1 a 100 %, en donde 1= resistente y 100= susceptible. Esta evaluación se realizó en la etapa de llenado de grano (R8).

El valor agronómico integra en un solo valor las diferentes características favorables o desfavorables presentes en un cultivar. Se utiliza la escala de 1 a 9 y el criterio incluye tres aspectos diferentes en la misma calificación: a) tipo de planta; b) reacción a enfermedades y c) potencial de rendimiento (Lépiz, 1997).

Se midieron las variables: días a floración, días a madurez fisiológica, % de severidad de la mustia hilachosa, % de severidad de la mancha angular, valor agronómico, plantas cosechadas, color del grano y rendimiento en kg/ha, al 14 % de humedad.

A los datos obtenidos se les realizó el análisis de varianza y la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas, para severidad de la mustia hilachosa, días a floración, días a madurez fisiológica y valor agronómico como se observa en el Cuadro 2.

Se puede observar un menor coeficiente de variación en algunas variables como: días a floración y días a madurez fisiológica. Esto se debe a que son características uniformes y constantes en los cultivares de frijol. Las variables como rendimiento y reacción a enfermedades dependen o están más influenciadas por factores ambientales y agronómicos lo cual causa una mayor variabilidad (Cuadro 2).

Los cultivares seleccionados tienen, en forma general, un período de madurez fisiológica mayor que los testigos locales, lo cual es una desventaja para los sistemas de siembra donde la humedad es un factor crítico. Resultados similares mostraron los mismos cultivares de grano negro en cinco localidades de Centroamérica y el Caribe (Rosas, 2002).

En el Cuadro 3 se pueden observar los rendimientos de los cultivares que sobresalen a saber: el MN 13332-41, PRF 9805-31A, B2015, MR 13051-65, MR 2037 y PRF 9922-29N. Estos

**CUADRO 1. CULTIVARES DE FRIJOL DE GRANO NEGRO EVALUADOS EN CAISÁN, PANAMÁ. 2003.**

CULTIVARES	CULTIVARES	CULTIVARES	CULTIVARES
1.MN 13332-41	17.PRF 9924-42N	33.MN 13075-2	49.MN 13071-9
2.PRF 9805-31A	18.PRF 9921-34N	34.MN 13070-478	50.B2035
3.B2015	19.B2010	35.MR 13079-18-1	51.MR 13079-10-1
4.MR 13051-65	20.B2024	36.MN 13071-143	52.B2020
5.MR 13079-22-1	21.MN 13069-476	37.MN 13076-54	
6.B2037	22.ALS 9952-27 R	38.PRF 9809-6	
7.PRF 9922-29N	23.B2009	39.B2019	
8.MN 13070-492B	24.MR 13079-28-3	40.PRF 9924-50N	
9.B2051	25.Talamanca (TI)	41.B2053	
10.PPB 22-40	26.B2028	42.MN 13071-117	
11.PRF 9924-60N	27.MN 13071-2	43.MR 13079-28-2	
12.MN 13074-22	28.MN 13076-53	44.B2059	
13.PRF 9921-37N	29.MN 13075-70	45.B2067	
14.MR 13057-16	30.MN 13074-58	46.X031-11	
15.B2006	31.B2018	47.B2056	
16.Negro Chiricano (TL)	32.MR 13079-11-2	48.B2118	

T.L.: Testigo local; T.T.: Testigo tolerante.

**CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS A CULTIVARES DE FRIJOL NEGRO EN CAISAN, PANAMÁ, 2003.**

Fuente de variación	G.L.	M.H.	M.A.	D.F.	D.M.F.	V.A.	P.C.
CMT	51	1.0868	0.8032	2.0011	13.0084	1.0260	90.7295
CME	23	0.4154	0.5458	0.4009	2.5616	0.1920	120.9529
Pr>F		0.007***	0.1571ns	0.0001***	0.0001***	0.001***	0.8057ns
C.V. (%)		21.39	25.30	1.65	2.22	9.07	33.04

M.H. Mustia Hilachosa; M.A.: Mancha Angular; D.F. Días a floración; D.M.F. : Días a madurez fisiológica; V.A. Valor agronómico; \*\*\* altamente significativo; ns: No significativo.

**CUADRO 3. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE GRANO NEGRO EN CAISÁN, PANAMÁ.2003.**

Cultivar	CRITERIOS DE SELECCION							
	D.F.	Severidad M.H.	severidad M.A.	D.M.F.	PL.COS	V.A.	Color de grano	Rend. (kg/ha)
MN 13332-41	38ab	2c	2	78a	40	5bcd	NO	5110.08
PRF 9805-31A	39ab	4abc	3	76ab	40	6ab	NB	4303.10
B2015	39ab	3bc	3	72bcd	36	5bcd	NO	4269.77
MR 13051-65	39ab	4abc	2	70cde	43	5bcd	NB	4264.53
MR 2037	39ab	3bc	2	76ab	24	5bcd	NO	4233.14
PRF 9922-29N	39ab	2c	3	72bcd	36	5bcd	NB	4103.68
MN 13070-492B	39ab	4abc	3	70cde	44	4de	NO	3972.87
B 2051	39ab	2c	3 ns	74abcd	34 ns	5bcd	NO	3905.04 ns
PPB 22-40	39ab	3bc	3	74abcd	41	5bcd	NB	3846.71
PRF 9924-50N	39ab	3bc	3	74abcd	40	5bcd	NB	3581.40
MN 13071-117	39ab	3bc	3	72bcd	38	4de	NO	3479.07
B2020	39ab	3bc	3	75abc	36	5bcd	NO	3466.28
PRF 9924-42N	38ab	3bc	3	72bcd	33	6ab	NO	3430.81
B2010	39ab	2c	3	74abcd	41	4de	NO	3406.59
ALS 9952-27R	39ab	3bc	3	72bcd	29	4de	NB	3279.07
Talamanca	38ab	2c	3	70cde	29	4de	NO	3256.78
X 031-11	39ab	4abc	3	72bcd	42	4de	NB	2688.37
B 2035	39ab	3bc	3	74abcd	18	4de	NO	2681.78
Negro chiricano	40ab	2c	3	70cde	10	5bcd	NO	1735.27

A.H. Mustia Hilachosa; M.A.: Mancha Angular; D.F. Días a floración; D.M.F. : Días a madurez fisiológica; V.A. Valor agronómico; T.T. Testigo Tolerante; T. L. Testigo local; NB: Negro brillante; NO: Negro opaco. Ns : No significativo; Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente entre si.

rendimientos son superiores a los 3,000 kg/ha (para la mejor línea) reportados por Rosas y col. (2000), en 14 localidades de Centroamérica para cultivares de grano negro.

Los cultivares que no reunieron las características deseables, como % de severidad de la mustia hilachosa y mancha angular, igual o inferior al testigo resistente y valor agronómico menor a 6 fueron eliminados.

En cuanto a la evaluación de la enfermedad mustia hilachosa la presión de la enfermedad fue muy baja, debido a una disminución en la precipitación por debajo de lo normal. Solamente se seleccionaron los cultivares que presentaron una severidad igual o inferior al testigo tolerante Talamanca.

Los testigos locales presentaron una menor reacción de susceptibili-

dad que los cultivares para la mustia hilachosa. Los datos obtenidos indican que para las variables mancha angular, plantas cosechadas y rendimiento de los cultivares fueron similares entre sí.

Los resultados de rendimiento indican que los cultivares seleccionados que se presentan en el Cuadro 3, presentaron rendimientos superiores a las 3 ton/ha. En cuanto al valor agronómico, se seleccionaron cultivares con valores comprendidos entre 4 y 6 y un % de severidad de la enfermedad mustia hilachosa igual o inferior al testigo resistente Talamanca. Éstos pueden ser considerados para futuras evaluaciones en la región, ya que presentan buenos rendimientos; bajo las condiciones ambientales que prevalecieron en el experimento.

### CONCLUSIONES

- ❖ Se identificaron cultivares que presentaron rendimientos superiores a las tres toneladas por hectárea.
- ❖ Se presentaron las enfermedades mustia hilachosa y mancha angular en una severidad baja, debido a la disminución de la precipitación de la zona.

- ❖ Se seleccionaron cultivares con un valor agronómico comprendido entre 4 y 6.

### RECOMENDACIÓN

- \* Continuar con las evaluaciones de los cultivares sobresalientes en un mayor número de localidades de la región de Caisán.

### BIBLIOGRAFÍA

- BEAVER, J.; GODOY, G.; ROSAS, J. C.; STEADMAN, J. 2002. Estrategias para seleccionar frijol común con mayor resistencia a la mustia hilachosa. *Agronomía Mesoamericana* 13 (1): 67-72.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, Colombia. 56 p.
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ. (CGR). 2001. Estadística Panameña. Censos Nacionales. Sexto Censo Nacional Agropecuario. Vol. 1. Tomo 1. Resultados básicos; Panamá, Panamá. 333 p.

- RODRÍGUEZ, E.; LORENZO, E.; GONZÁLEZ, F. 1997. Manual técnico para el manejo integrado del cultivo de frijol común o Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sistema de mínima labranza. Panamá. 75 p.
- GÁLVEZ, E.G.; MORA, B.; CORRALES, P.M.A. 1994. La mustia hilachosa. Problemas de producción de frijol en los trópicos. 2a. ed. Cali, Colombia. pp. 227-244.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA. 216 p.
- JARAMILLO, S. 1991. Pedones de campo y estaciones experimentales del IDIAP. Boletín Técnico (38). IDIAP. 67 p.
- LÉPIZ, R. 1997. Valor agronómico, un criterio de evaluación en hojas de PROFRIJOL para Centroamérica, México y el Caribe. Guatemala, Guatemala. 8 p.
- RODRÍGUEZ, E.; DE GRACIA R.; GONZALEZ, F. 1995. Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía técnica para el cultivo. IDIAP, Panamá. 26 p.
- ROSAS, J.C.; CASTRO, A.; FLORES, E. 2000. Mejoramiento genético del frijol rojo y negro mesoamericano para Centroamérica y el Caribe. Agronomía Mesoamericana 11 (2): 37-46. Alajuela, C. R.
- ROSAS, J.C. 2002. Vivero de adaptación centroamericano de grano negro (VIDAC negro-2001). Informe técnico anual. Escuela Agrícola Panamericana. PRO-FRIJOL. El Zamorano, Honduras. pp. 47-60.

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EN REPOLLO. CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1995.**

**José Angel Lezcano B.<sup>1</sup>**

## INTRODUCCIÓN

Según el Censo Nacional Agropecuario de 2000 (Estadística y Censo, 2001), la superficie nacional dedicada a la producción de repollo para el 2000-2001 fue de 198.89 ha, con una producción nacional de 2,760.85 toneladas, de las cuales el 80% se dio en Cerro Punta.

El cultivo del repollo presenta cuatro etapas fenológicas bien definidas, que van desde el semillero (plántula) hasta la cosecha de la cabeza. Durante el desarrollo del cultivo, éste es hospedero de una variabilidad de plagas, de las cuales *Plutella xylostella* (L.), conocida también como "palomilla dorso de diamante" o "mariposa del repollo", se encuentra en primer lugar entre las plagas invertebradas del repollo (CATIE, 1990).

Las hembras adultas de *Plutella* ponen un promedio de 160 huevos, aunque pueden poner hasta 360 huevos. El período de incubación es de 4 a 8 días, dependiendo de la temperatura. El período larval comprende cuatro estadios. Cuando madura mide entre 7 y 11 mm de longitud, es de color verde claro y adelgazada en los extremos. El período de desarrollo de las larvas varía entre 10 y 30 días, dependiendo de la temperatura. Conforme la temperatura se eleva, el período larval se reduce. Se puede decir que el primer daño ocurre cuando las larvitas emergen de los huevecillos, minan en la epidermis de la superficie inferior de las hojas. Posteriormente, salen y se ubican en sitios protegidos, tales como

<sup>1</sup> Ing. Agr., MSc., Parasitología Agrícola. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC)  
IDIAP. e-mail: ilezcano@idiap.gob.pa

las depresiones de las hojas o en sus bordes irregulares. El daño inicial consiste de agujeros o ventanas en las hojas, dejando la superficie inferior intacta. Los estadios posteriores causan daño mayor, principalmente cuando se introducen al punto de crecimiento y más tarde a la cabeza (CATIE, 1990).

El ciclo biológico desde el estadio de huevo hasta adulto tarda entre 15 y 40 días, dependiendo de las condiciones climáticas, en especial, la temperatura (CATIE, 1990).

Carballo y Hruska (1989), citados por Monge (1991), aseguran que la infestación de larvas se incrementa en proporción directa al crecimiento del repollo. Al inicio del cultivo la población de la palomilla se mantiene a niveles bajos. En la formación de copa y cabeza, ocurre una multiplicación rápida de la plaga alcanzando su máximo al final del ciclo del cultivo.

La precipitación y la temperatura son factores determinantes para que la incidencia de la plaga varíe de acuerdo con la época del año (CATIE, 1990).

La susceptibilidad del repollo a la "palomilla dorso de diamante" varía con el desarrollo fenológico del cultivo, encontrándose que en la etapa de formación de la cabeza, la planta, aún sin existir inmigración de adultos, alcanza fácilmente niveles intolerables;

es la etapa más crítica desde el punto de vista de manejo de la plaga. Los niveles de daño económico para la variedad Izalco, encontrados en la etapa de formación de cabeza, son inferiores a 0.4 larva de *P. xylostella* por planta.

Chiri (1989) señala que el uso de feromonas como medio de comunicación intraespecífica es común entre los insectos, alcanzando su más alto grado de complejidad en las especies sociales. Señala, además, que la primera feromona insectil fue aislada por Butenandt y colaboradores en 1959. Asimismo, las feromonas median algún tipo de comunicación a larga distancia, principalmente las feromonas sexuales que son sumamente volátiles y al ser transportadas por el viento pueden actuar en el organismo receptor a varios cientos de metros. Al percibir la feromona, el insecto entonces vuela en contra del viento hasta llegar cerca de su origen, lo que involucra por lo menos dos mecanismos de orientación, quimotaxis (orientación hacia un estímulo químico) y anemotaxis (orientación en contra del viento).

La técnica de supresión de apareamiento también conocida como de confusión de machos, se basa en la liberación de feromonas sexuales, adecuadamente formuladas, durante el período de apareamiento de un insecto, de modo que interfiera con el

sistema natural de comunicación química entre los sexos como preludeo a la reproducción (Chiri, 1989).

Mora (1990), citado por Monge (1991), señala que por medio de las feromonas sexuales se pueden disminuir poblaciones de la palomilla del repollo, se detecta la presencia de insectos de interés agrícola, se conoce el comportamiento de las poblaciones de plagas y se toman decisiones sobre el empleo de los insecticidas.

En 1989 se introdujo el uso de feromonas sexuales en Costa Rica, en un programa de manejo integrado de la *Plutella*, con el propósito de reducir el uso excesivo de insecticidas en la región y dar una adecuada respuesta al control de esta plaga (Monge, 1991).

Mora y col. (1991), citan a Calvert (1981) y señalan que las feromonas se han usado dentro del manejo de plagas, principalmente de tres maneras: a) en Programas de detección y encuestas; b) en control directo mediante la atracción de las plagas hacia las trampas y, c) en programas designados para alterar la comunicación química normal entre las especies plagas. También Mora (1990), citado por estos autores, asegura que mediante los estudios con feromonas sexuales en la captura de *P. xylostella*, que se realizan en Costa Rica desde 1988, se obtuvo una trampa, que consiste en

un galón plástico con abertura lateral de 5 x 15 cm. En la tapa superior del galón se coloca un cartucho con feromona. Los insectos quedan atrapados al caer en el agua jabonosa que contiene la trampa.

Ando y col. (1979), citado por Mora y col. (1991), señalan que la feromona sexual de *P. xylostella* consta de tres componentes: (Z)-11 hexadecenal, (Z)-11 hexadecenyl acetato y (Z)-11 hexadecenol.

En estudios realizados en Costa Rica por Mora y col. (1991), encontraron que la mayor captura de *P. xylostella* ocurre en trampas colocadas a 20 cm de la superficie del suelo. En este estudio, se encontró que las capturas de la "palomilla dorso de diamante" se incrementaron en la tercera y sexta semana y al final del ciclo del cultivo, de la 8<sup>a</sup> a la 11<sup>ava</sup> semana de evaluación.

En este sentido, los productores de repollo de las tierras altas de Chiriquí, señalan que los daños de este insecto plaga son tan severos en el producto al momento de la cosecha, que deterioran la calidad de la cabeza del repollo. En Panamá, los estudios sobre dinámica poblacional de insectos no se han realizado de manera programática, y se requiere de este conocimiento para conocer el comportamiento y distribución de los insectos

plaga, así como para el establecimiento de estrategias de manejo de insectos, que minimice el uso de insecticidas sintéticos.

Este estudio tuvo como objetivo principal el de evaluar el comportamiento poblacional de *P. xylostella* durante el ciclo del cultivo de repollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 11 de septiembre al 20 de diciembre de 1995, en el sub-centro Experimental de Cerro Punta, ubicado en las tierras altas de la provincia de Chiriquí a una altitud de 1,900 msnm. Los datos meteorológicos obtenidos durante este período se presentan en el siguiente cuadro:

Meses	Datos Meteorológicos				Precipitación (mm)
	Temperatura Promedio		Humedad Relativa		
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
Septiembre	10.3	21.7	62.9	90.9	216.1
Octubre	9.8	19.8	61.1	87.3	253.3
Noviembre	10.0	20.6	63.2	88.0	150.5
Diciembre	7.5	16.2	55.8	85.7	84.1

El estudio consistió de una parcela de repollo con un área de 952.54 m<sup>2</sup> sin aplicación de insecticidas. El manejo de las parcelas consistió en dos fertilizaciones; a los ocho días después del trasplante (ddt) con la formulación 12-24-12, a razón de 5 qq/ha; y a los 30 ddt se hizo una aplicación de urea a razón de 2 qq/ha. Antes de la siembra se aplicó cal, a razón de una tonelada por hectárea para prevenir el daño causado por el hongo *Plasmiodiophora brassica* W., conocida como

"patagorda" (CATIE, 1990). Al momento de la siembra, se sumergieron las plantas en una solución de carboxin y captan, 7.93 g/lit y oxamil, 5.02 cc/lit. El control de malezas se realizó a los 15 días, una vez emergieron las mismas, con paraquat, dirigido entre hileras, a razón de 4.0 cc/lit de agua.

El control de enfermedades se realizó con tres aplicaciones cada 15 días de metalaxil + mancozeb, como

preventivo y cada siete días con mancozeb, 4.0 g/lit; clorotalonil, 4.0 cc/lit; propineb, 4.0 g/lit, en aplicaciones alternadas. En la etapa de formación de cabeza, se realizaron aplicaciones de fertilizantes foliares a razón de 6.6 g/lit.

Para el muestreo se utilizaron tres trampas con feromonas sexuales, colocadas en parcelas de repollo, a partir del trasplante, que cubrían una superficie de 952.54 m<sup>2</sup>. Estas trampas consistían en un galón plástico con aberturas laterales de 5 x 15 cm dentro del cual se colocó un cartucho con feromonas (cápsula de Pherocon) y en la parte inferior, agua jabonosa. La distancia promedio entre cada trampa fue de 15 - 20 m y se colocaron a una altura de 20 cm. El número de machos capturados por trampa se obtuvo a través de muestreos sistemáticos una vez por semana desde la instalación de la parcela (trasplante) hasta la cosecha del cultivo. Se llevó el registro semanal del número de capturas de machos/trampa; cada trampa fue movida de sitio semanalmente.

El parámetro evaluado fue el número de capturas de machos por trampa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones capturadas de la mariposa del repollo, después del trasplante, presentaron un incremento que

se originó en la segunda semana (10 machos/trampa) y llegó a un pico poblacional máximo en la 6<sup>a</sup> semana de captura (57 machos/trampa) reduciéndose las capturas en la 9<sup>a</sup> semana (20 machos/trampa) e incrementándose nuevamente a partir de la 10<sup>a</sup> semana (34 machos/capturas) hasta la 12<sup>ava</sup> semana (78 machos/trampa); se observan dos picos poblacionales en la 6<sup>a</sup> y 12<sup>ava</sup> semana (Figura 1). Estudios realizados por Mora, Rodríguez y Lépiz (1991) reportaron incrementos a partir de la 3<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> semana y al final del ciclo del cultivo, de la 8<sup>a</sup> a la 11<sup>ava</sup> semana de evaluación (cosecha).

Se observó una relación marcada entre la población de *Plutella* y la precipitación pluvial semanal durante el ciclo del cultivo (Figura 2). Estudios realizados en Costa Rica indican que la precipitación afecta los niveles poblacionales de la "palomilla dorso" de diamante.

De acuerdo a los datos obtenidos (Figura 2), a mayor precipitación menor población capturada, ya que en la 2<sup>a</sup> semana, con una precipitación de 85 mm, se obtuvieron capturas de 12 machos/trampa, mientras que con precipitaciones de 12 mm se obtuvieron capturas de 32 machos/trampa, incrementándose levemente con precipitaciones de 135 mm en la quinta semana, pero se puede observar con más claridad desde la 9<sup>a</sup> a la 14<sup>ava</sup> semana.



FIGURA 1. DINÁMICA POBLACIONAL DE *P. xylostella* EN EL CULTIVO DE REPOLLO. CERRO PUNTA. 1995.

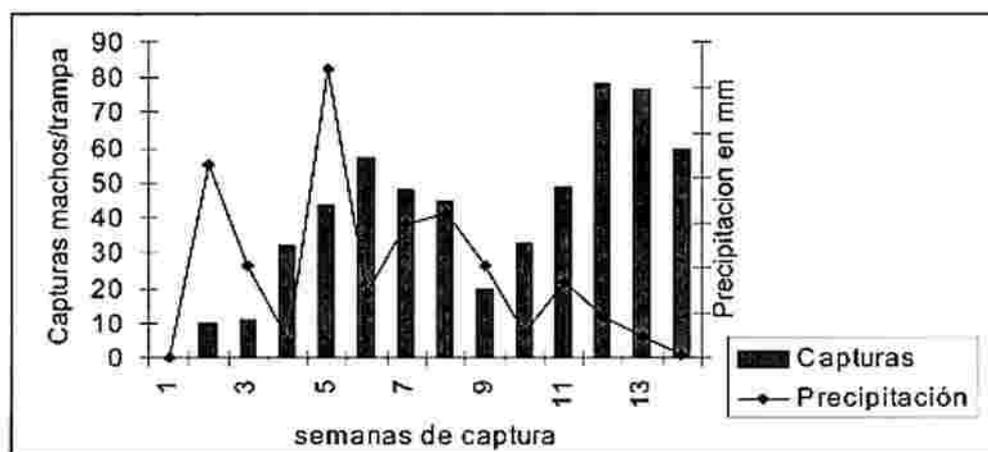


FIGURA 2. CAPTURAS DE *P. xylostella* VERSUS PRECIPITACIÓN DURANTE EL PERIODO DE DESARROLLO DEL CULTIVO.

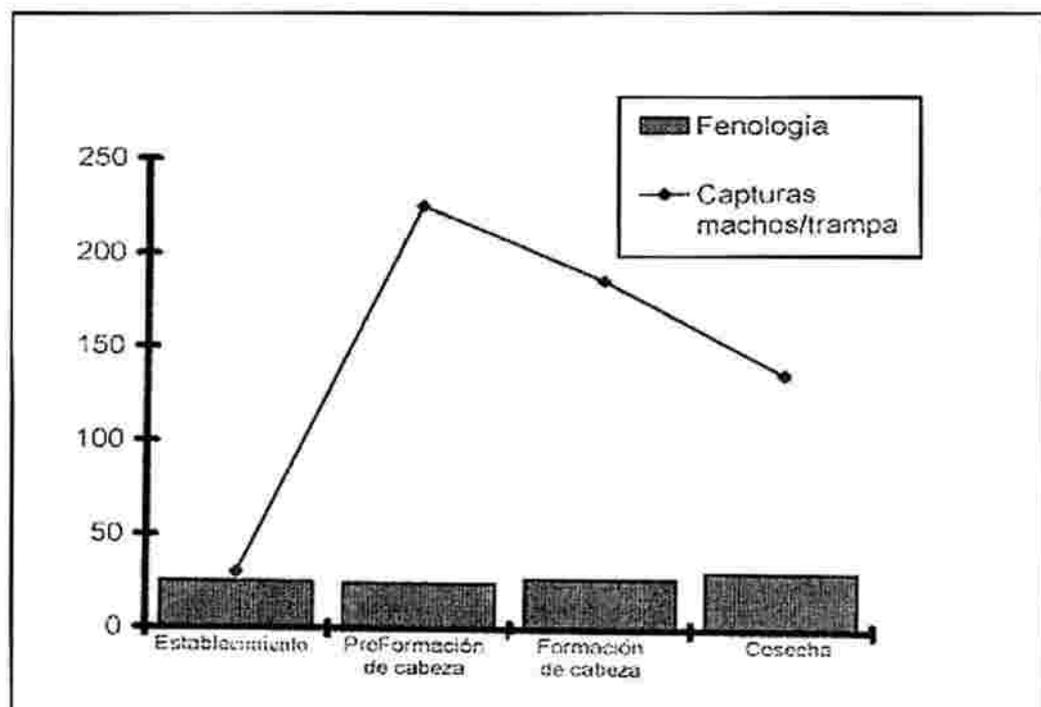


FIGURA 3. CAPTURAS DE *P. xylostella* EN EL CULTIVO DE REPOLLO SEGÚN ETAPAS FENOLÓGICAS. CERRO PUNTA. 1995.

Cuando se tabularon los datos por mes (Cuadro 1) no se observó el efecto de la precipitación sobre la población de adultos capturados por trampa (10.0 machos/trampa) en el mes de septiembre, con la precipitación mensual promedio de 216.1 mm; asimismo, los datos de capturas del mes de octubre reflejan igual situa-

ción, encontrando capturas de 192 machos/trampa con una precipitación mensual de 253.3 mm, lo cual no refleja el efecto negativo de la precipitación sobre las poblaciones de *P. xylostella*, ya que se debería esperar una caída de los valores de captura o, por lo menos, que estos valores permanecieran bajos. La precipi-

**CUADRO 1. SEGUIMIENTO POBLACIONAL DE *P. xylostella* EN REPOLLO, SEGÚN PRECIPITACIÓN MENSUAL Y LA ETAPA FENOLÓGICA DEL CULTIVO.**

Mes	Captura machos/trampa	Precipitación mensual (mm)	Etapa Fenologica
Septiembre	10	216.1	Establecimiento
Octubre	192	253.3	Preformación de cabeza
Noviembre	147	150.5	Formación de cabeza
Diciembre	215	84.1	Cosecha

**CUADRO 2. SEGUIMIENTO POBLACIONAL DE *Plutella xylostella* EN REPOLLO, SEGÚN CAPTURAS/TRAMPA POR ETAPA FENOLÓGICA.**

Semanas	Etapa Fenológica	Captura Machos/trampa
1 - 3	Establecimiento	30
4 -8	Preformación de cabeza	226
9 - 12	Formación de cabeza	182
13 y más	Cosecha	137

tación y la temperatura son factores determinantes para que varíe la incidencia de esta plaga. CATIE (1990).

Una explicación a estos resultados sería un aumento de las temperaturas durante períodos de baja precipitación, ya que estos insectos se caracterizan por ser poiquilotérmicos, o sea, que regulan su temperatura de acuerdo con las del medio que los rodea; lo que quiere decir que a mayor temperatura, su mecanismo fisiológico se acelera, aumentando el número de generaciones poblacionales.

Se puede indicar que se observa una mayor captura de la "palomilla dorso de diamante" de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo, encontrando una reducción de las capturas a partir de la etapa de formación de cabeza de repollo hasta la cosecha (Cuadro 1).

Las capturas presentaron un incremento a partir del establecimiento del cultivo (Figura 3), con capturas de 30 machos/trampa, con un máximo de 226 machos/trampa, en la etapa de preformación de cabeza de repollo (Cuadro 2). Cabe señalar que en las etapas de formación de cabeza y cosecha, por no ser etapas críticas del cultivo, estas capturas no afectaron la calidad del repollo; sin embargo, sí se considera como un período de multiplicación de la especie.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ◆ Durante el período comprendido desde el establecimiento del cultivo de repollo hasta la cosecha se observó incrementos en la población de la "palomilla dorso de diamante", encontrándose los niveles más altos durante las tres últimas etapas del cultivo.
- ◆ Bajo las condiciones de Cerro Punta, la precipitación no influyó drásticamente en las poblaciones de *P. xylostella* durante la época en que se desarrolló la evaluación.
- ◆ El uso de trampas con feromonas, es una herramienta adecuada en el manejo de los insectos plaga, ya que ofrece información actualizada sobre los niveles poblacionales de los insectos durante el desarrollo del cultivo.
- ◆ Se requiere continuar esta prueba durante varios ciclos del cultivo de repollo, para obtener información más completa del insecto, que incluya los 12 meses del año y permita establecer los niveles críticos de daño de la "palomilla dorso de diamante" en la época seca y lluviosa.

- ❖ Se requieren más estudios relacionados al manejo de la *P. xylostella*, incluyendo alternativas de control biológico.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDO, T.; KOSHIHARA, T.; YAMADA, H.; TAKAHASHI, N., TAMAKI, Y. 1979. Electroantennogram activities of sex pheromone analogues and their synergistic effect on field attraction in the diamondback moth. Appl. Entomol. Zool. 14: 362-364.
- CALVERT, D.J. 1981. Uso de hormonas, feromonas y sustancias afines en el control de plagas. In Segundo curso intensivo de Control Integrado de Plagas y Enfermedades Agrícolas. Lima, Perú. Fascículo 17.
- CARBALLO V., M.; HRUSKA, A.J. 1989. Periodos críticos de protección y efecto de la infestación de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) sobre el rendimiento de repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (14): 46-60.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de Repollo. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 80 p.
- CHIRI, A. A. 1989. Utilización del control etológico. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. pp. 267 - 275.
- ESTADÍSTICA Y CENSO. 2001. Censos Nacionales de 2000. Contraloría General de la Nación de la República. Panamá. Vol. 1. pp. 13-81.
- MORA, N. 1990. Evaluación de trampas de feromonas sexual para la captura de machos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en repollo (*Brassica oleracea* var capitata). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (16): 23-27.
- MONGE G., J. E. 1991. Diagnóstico sobre el combate de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo de Repollo, en Heredia, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (22): 41- 45.
- MORA, C. N.; RODRÍGUEZ, C.L.; LEPIZ, C.S. 1991. Efecto de la altura de las trampas con feromona, en la captura de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (20-21): 45-46.

**RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y AL EFECTO ADICIONAL DEL SULFATO DE POTASIO EN UN SUELO USTIFLUVENTS. LA VILLA, PANAMÁ. 1996.**

**Araiz Cajar Sierra.<sup>1</sup>; Florentino Vega <sup>2</sup>; José Candelario Cedeño <sup>3</sup>**

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*) tiene gran importancia en Panamá, sobre todo por su gran demanda como materia prima industrial y para el consumo fresco.

Investigaciones realizadas en la región de Azuero en los últimos años (Cajar, 1995; Pérez; 1987; Capitaine, 1970) indican que el tomate responde a la fertilización con nitrógeno (N), por lo que se deduce que este elemento debe incluirse en los planes de nutrición del cultivo.

La literatura plantea que el tomate, al igual que otros cultivos, depende del balance del nitrógeno (N) con otros nutrientes. El azufre (S) está muy relacionado con la asimilación y metabolismo del N en la planta de tomate (Hernando, 1964). Cajar (1995) encontró una correlación negativa entre la concentración de N-foliar y la de S-foliar; además, hubo una tendencia a disminuir el S-foliar con el incremento de N aplicado al suelo.

Este trabajo se realizó en la época seca, en un suelo aluvial donde se cultivó tomate industrial por varias temporadas, sin prácticas de rotación de cultivos y dejando el campo en descanso durante la época lluviosa. Además, se han estado aplicando abonos compuestos, exclusivamente con N- P- K.

<sup>1</sup> Ing. Agr., M.Sc. Edafólogo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAAZ). e-mail: acajar@idiap.gob.pa

<sup>2</sup> Lic., M.Sc. Biometrista. IDIAP. Nivel Central. e-mail: fvega@idiap.gob.pa

<sup>3</sup> Ing. Fitotecnista, NESTLÉ de Panamá.

En el área, los análisis de suelo muestran altos contenidos del P, según reporta Pérez (1987) y Cajar (1995). Este alto contenido de fósforo, puede afectar la absorción de S y del Zn, que es un micronutriente, según se desprende de trabajos realizados en América Latina (Malavolta, 1994).

El efecto del azufre se evaluó en el cultivo de maíz, desarrollado en época lluviosa, en suelos residuales Ustalfs de Azuero (Gordón, 1989) y se encontró respuesta al nutriente, lo que fundamenta este trabajo, ya que se debe fertilizar con azufre, para lograr un buen desarrollo de los cultivos en Azuero.

Trabajos realizados en Cuba por Heredia (s/f), con solución nutritiva, demostró que el tomate, en casa de vegetación, respondió mejor a altas concentraciones de S que con P. Este resultado, comenta el autor, podría estar relacionado con la influencia del azufre sobre el intercambio de carbohidratos, que es similar a los nitratos.

Estudios realizados en Korea (1988) muestran que entre los cultivos con mayor demanda de azufre está el tomate, superando al maíz, la cebolla y la soya. Kemmler (1987) reporta que para obtener 50 t/ha de tomate, el cultivo extraerá 30 kg/ha de azufre. Por otra parte, los productores de las provincias centrales no poseen suficiente información técnica sobre el uso efi-

ciente del N y el S, así como las dosis que maximicen los rendimientos físicos y la rentabilidad en el Tomate Industrial.

Con base a estos antecedentes el presente experimento tuvo los siguientes objetivos:

- 1) Estudiar la respuesta del N en el cultivo del Tomate Industrial para mejorar los rendimientos físicos.
- 2) Evaluar el efecto del sulfato de potasio en presencia de N para determinar su influencia en los rendimientos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la época seca (1995-1996), en el Centro Experimental de Azuero en la Nestlé; ubicado entre los 7° 57' de latitud Norte y los 80° 25' longitud Oeste y una altitud de 16.5 msnm, con precipitación promedio anual de 1,000 mm. El área se caracteriza por un clima tropical de sabana (AWI), con temperatura que varía entre 26° y 34° C y 1,000 mm de precipitación promedio anual. Los suelos son terrazas aluviales con textura franca, sometidos a un régimen ústico de humedad. El terreno se inunda durante la época lluviosa.

Se empleó el diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones o bloques, con cuatro tratamientos, tres con

niveles crecientes de N con  $K_2SO_4$  y uno con nivel medio de N, donde se aplicó KCl como fuente de potasio. El Cuadro 1 indica los tratamientos utilizados.

La unidad experimental consistió de una parcela de tres surcos de 5 m de largo y 4.20 m de ancho y una separación de 1.40 m entre surcos. El área de la parcela fue de 21 m<sup>2</sup>.

Los componentes variables fueron los niveles de nitrógeno y la fuente de potasio que fueron  $K_2SO_4$  y el KCl (Cuadro 1).

Los componentes fijos empleados en el ensayo fueron los siguientes:

- Cultivar de tomate, Entero Chico LS903C (de la Nestlé).
- Dosis de  $P_2O_5$  (Superfosfato Triple) y elementos menores.
- Tecnología de manejo del riego, el manejo integrado de plagas y enfermedades, así como las demás prácticas agronómicas.
- Metodología de muestreo y análisis de laboratorio de suelos.
- Programa de distribución de los fertilizantes y el fraccionamiento del nitrógeno.

En los tratamientos 1, 2 y 3 se utilizó como fuente de  $K_2O$ , el  $K_2SO_4$  y en el tratamiento 4, el KCl, para aportar el K en ausencia de  $SO_4$  y poder comparar.

El manejo agronómico se basó en la preparación del suelo con un pase de rastra pesada y el posterior surcado en curvas de nivel. El semillero se hizo siguiendo las normas técnicas recomendadas por la empresa colaboradora y el trasplante se realizó a los 25 días después de la siembra del semillero.

Las características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo se presentan en el Cuadro 1. Para hacer este análisis, se tomó una muestra compuesta en cada repetición a una profundidad de 20 cm, en enero de 1996, antes de plantar el experimento. A las muestras de suelo se les realizaron análisis; según la metodología descrita por Díaz-Romeu y Hunter (1978), mientras que la extracción de P y K se realizó con la solución de Mehlich 1; método descrito por Name y Villarreal (1996). Para la determinación del S disponible en el suelo, se empleó la técnica de turbimetría desarrollada por Bettany and Halseted (1972).

La dosis de fertilización y las fuentes para suplir los dos elementos que no participaron en el estudio, se presenta en el Cuadro 2.

A las parcelas se les aplicó todo el superfosfato triple así como el  $K_2SO_4$  y el KCl en los tratamientos correspondientes, a los ocho días después del trasplante (8 ddt). La urea

**CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS.**

N°	Dosis en estudio (kg/ha)		Fuentes (kg/ha)		
	N	SO <sub>4</sub>	Urea	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl
1	50	40	111.1	80	0
2	100	40	222.2	80	0
3	150	40	333.3	80	0
4	100	0	222.2	0	66.7

se aplicó en tres partes, a los 8 ddt, a los 30 ddt y a los 45 ddt.

La única variable de respuesta que se midió fue la producción de tomate frescos por unidad de superficie en kg de fruto /ha. Se realizaron cinco cosechas con intervalos de una semana aproximadamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Efecto de los tratamientos en los rendimientos*

El Cuadro 4 presenta los resultados de rendimiento de frutos del tomate. Los resultados del análisis de varianza, indicaron que hubo diferencia altamente significativa por efecto de los tratamientos.

### *Efectos de los niveles de N en los rendimientos*

Mediante la prueba de "Duncan" (Cuadro 3), se estudió el efecto individual de los niveles de N en presencia de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, donde se encontró que el tratamiento 3 (150 kg de N/ha) superó al tratamiento 1 (50 kg de N/ha), mas no así al tratamiento 2 (100 kg de N/ha). Esto implica que hubo una respuesta del cultivo a los niveles de N como se aprecia en la Figura 1, lo que confirma los resultados encontrados por Cajar (1995), en trabajo realizado el año anterior en el mismo campo experimental, donde encontró que la dosis de 150 kg/ha, supera a los demás tratamientos al obtenerse mejores rendimientos y, además, según el estudio económico también resultó la mejor.

Se hizo un estudio de regresión para determinar la función de respuesta

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DE RÍO LA VILLA, 1996.

Bloque	Color	A-L-Arc %	pH	mg/kg			Cmol/kg de suelo				mg/kg		
				P	S	K	Ca	Mg	Al	Mn	Zn		
I	P. grisáceo	42-28-30	5.8	210	1.2	134	1.44	0.80	0.1	28	3		
II	P. grisáceo	38-28-34	5.7	210	0.3	157	1.50	0.85	0.1	32	2		
III	P. grisáceo	42-28-30	5.6	124	0.3	161	1.54	0.88	0.2	27	4		
			5.7	181.3	0.6	150.6	1.49	0.84	0.13	29	3		

CUADRO 2. DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y FUENTES DE LOS NUTRIMENTOS DE MANEJO.

Nutrimiento	Fuente de abonamiento	kg del nutrimento/ha	kg del abono/ha
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Superfosfato triple (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 46%)	75	152.18
	Sulfato de potasio (K <sub>2</sub> O = 50%)	40	80
K <sub>2</sub> O	Cloruro de potasio (K <sub>2</sub> O = 60%)	40	66.7

de los rendimientos por efecto de las tres dosis de N, y se una tendencia lineal, con  $R^2 = 0.9324$ , lo que demuestra el efecto del nitrógeno sobre los rendimientos de tomate; sin embargo, aún no se encuentra el nivel óptimo, por lo que se infiere que podemos aplicar más nitrógeno y se podría obtener mayores rendimientos.

La Figura 2 indica los resultados del estudio de regresión donde se indica la ecuación resultante.

#### ***Estudio del efecto del $K_2SO_4$ sobre el rendimiento***

Tal como se observa en los resultados de la prueba de Duncan, se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos que llevaron sulfato de potasio y el que no llevó este fertilizante, pero llevó KCl. La misma prueba de Duncan, indica que el tratamiento 2, que recibió 100 kg de N/ha más 80 kg de  $K_2SO_4$ /ha superó al tratamiento 4 que recibió la misma cantidad de N y 66.7 kg/ha de KCl, en ausencia del  $SO_4$ ; confirmando el efecto positivo del S en los rendimientos, tal como se observa en la Figura 3.

Posteriormente, se hizo una prueba de contraste entre los tratamientos 1, 2 y 3 que llevaron fuente sulfatada y el 4, en ausencia de ésta. Se confirmó que los rendimientos en este último tratamiento fueron infe-

riores a los demás, con diferencia altamente significativa ( $P < 0.0001$ ).

Este estudio confirma el efecto positivo de la aplicación de azufre en el cultivo del tomate, al igual que los resultados encontrados por Cajar (1991), en evaluación hecha en el Ejido de Los Santos con zapallo, usando el  $K_2SO_4$ , como fuente de azufre y por Gordón (1989), en varios sitios de Los Santos, usando como fuente el  $CaSO_4$  en el cultivo de maíz.

### **CONCLUSIONES**

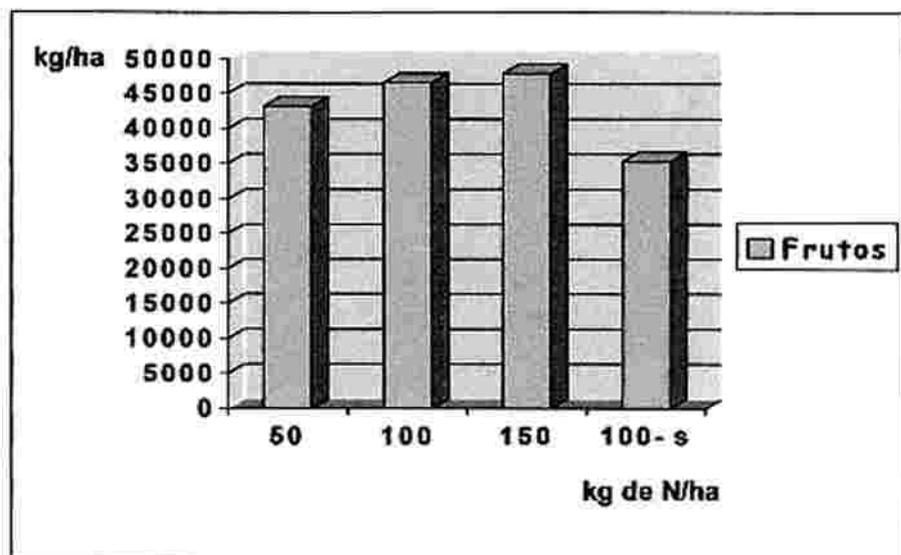
- \* El tomate, sembrado en los "bajos" (Ustifluvents) de Río La Villa, responde a la fertilización nitrogenada.
- \* La ecuación que describe la función de respuesta nos indica que el nivel de 150 kg de N/ha no es el más recomendable para maximizar los rendimientos de tomate bajo las condiciones edafoclimáticas en que se desarrolló el ensayo y en donde hay respuesta a la fertilización con Sulfato de Potasio.

### **RECOMENDACIONES**

- ❖ Se debe realizar un ensayo donde se evalúe tres niveles de N y tres de S para identificar posibles

**CUADRO 3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE FRUTO DE TOMATE. LA VILLA, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1996.**

N°	Dosis en estudio (kg/ha)		Fuentes (kg/ha)		
	N	SO <sub>4</sub>	Urea	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl
1	50	40	111.1	80	0
2	100	40	222.2	80	0
3	150	40	333.3	80	0
4	100	0	222.2	0	66.7



**FIGURA 1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE TOMATE FRESCO.**

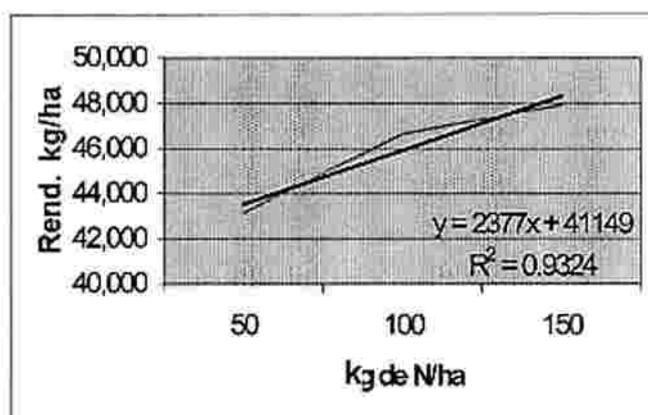


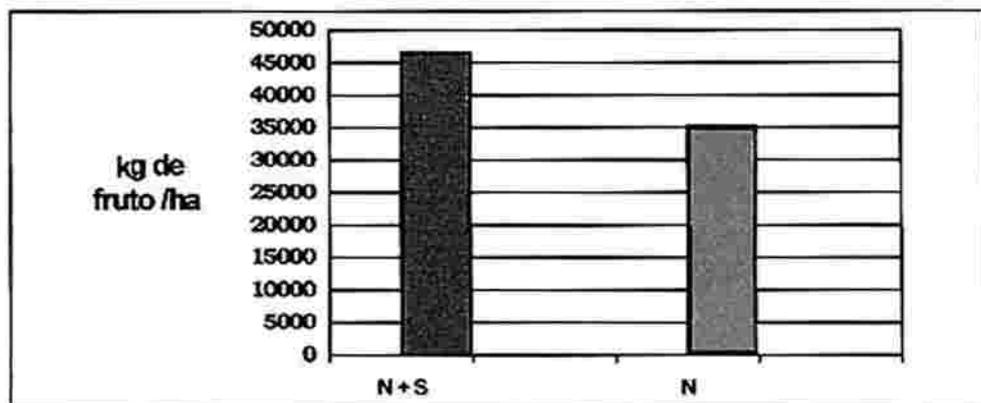
FIGURA 2. RESPUESTA DEL TOMATE A LAS DOSIS DE N APLICADOS. LA NESTLÉ, 1996.

interacciones entre estos dos elementos.

- ✱ Se deben hacer evaluaciones en campo y casa de vegetación para establecer el nivel crítico de S en el tejido y el nivel óptimo de fertilización con azufre en el cultivo en suelos disímiles.
- ✱ Se deben establecer trabajos experimentales en cuyo desarrollo el Laboratorio de Suelos juegue un papel activo desde el diseño, seguimiento (muestreo) y evaluación de resultados.
- ✱ En futuros estudios del N en tomate se deben usar dosis más altas para establecer una función de respuesta que se ajuste al "Platón" y así encontrar el nivel máximo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BETTANY J. R.; HALSTEAD, E. H.. 1972. An automatic procedure for the nephelometric determination of sulfate in soil extracted. Can. J. Soil Sci. 52:127-129.
- CAJAR S., ARAIZ. 1991. Respuesta del Zapallo (*Cucurbita mochatata*) a dos fuentes de abonamiento con potasio. El Ejido. Presentado ante el encuentro de Investigación Agropecuario en IDIAP Divisa, 1993. (Sin publicar)
- CAJAR S., ARAIZ. 1995 Respuesta del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Bailey) a la fertilización con nitrógeno. La Villa. Presentado al VII Congreso Científico



Nota: N = 100 kg/ha y  $K_2SO_4$  = 80 kg/ha.

**FIGURA 3. EFECTO DEL SULFATO DE POTASIO SOBRE LOS RENDIMIENTOS. LA NESTLÉ, 1996.**

Nacional Agropecuario organizado por la UNP (Sin Publicar).

CAPITAINE, R. C., 1970. Estudio de fertilidad, Conservación y Mejoramiento de suelo. Recuperación de suelos salinos-alcalinos de Albina, Chitré, Panamá, MAG - FAO. 77 p.

GORDÓN M., R.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 1989a. Evaluación de dosis y métodos de aplicación de Azufre en el cultivo de maíz en tres localidades de Azuero. En Trabajos presentados de los Proyectos Colaborativos en Agronomía, Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma de Maíz (*Zea mays* L.)

HEREDIA, C. s/f. Estudio de la nutrición mineral en plantas mediante el empleo de las Variantes Sistemáticas. Instituto Superior de Ciencias de la Habana, Cuba. 38 p.

HERNANDO, V.; JIMENO, L.; CADAHIA, C. 1964. Estudio del estado de nutrición de las tomaters mediante el análisis de la savia. Anales de Edafología y Agrobiología (España) 23: 65-79.

HOMES, M.; VAN SCHOOR, G. H. 1975. El óptimo de la interacción en el abono mineral de los vegetales. Anales de Fisiología Vegetal. Univ. de Bruselas. Vol. 20, Fasc. 1. p. 59.

- KEMMLER, G.; HOBT, H. 1987. Potash: a product of nature. *International Fertilizer Correspondent* 29 (4) 3419: 112.
- MALAVOLTA, E. 1994. Relación entre el fósforo y el Zinc. *En Informaciones Agronómicas*, INPOFOS, Quito, Ecuador 15: 5-7.
- PÉREZ, F. 1987. Fertilización en Tomate Industrial. Tesis, Ingeniero Agrónomo. Universidad de Panamá. 53 p.
- WANG-KEUN, OH. 1988. Plant Response to Sulphur Application. *In Proceedings International Symposium on Sulphur for Korean Agriculture*. pp. 118-130.

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES TRADICIONALES EN EL DISTRITO DE BUGABA, PANAMÁ. 2002<sup>1</sup>**

*Rodrigo A. Cerrud S.<sup>2</sup>*

### **INTRODUCCIÓN**

En las fincas del distrito de Bugaba, Chiriquí, Panamá, es común que los productores utilicen sistemas silvopastoriles (SSP) tradicionales como, por ejemplo: los árboles dispersos en potreros (ADP) y cercas vivas (CV). Las especies leñosas perennes en los SSP son importantes para proporcionarles sombra a los animales y disminuir su estrés calórico. Las especies forrajeras sirven para brindarles alimento (forraje y frutos).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el componente arbóreo y manejo de SSP en fincas lecheras de tres corregimientos del distrito de Bugaba, Panamá. Se muestran los resultados de la diversidad y abundancia de las especies arbóreas en los SSP tradicionales (ADP y CV) en las 97 fincas con tendencia a producción de leche.

### **METODOLOGÍA**

El estudio se realizó en los corregimientos Santa Marta (30 km<sup>2</sup>), Santo Domingo (51 km<sup>2</sup>) y Sortová (35 km<sup>2</sup>) del distrito de Bugaba, en la República de Panamá, localizados entre los 8°25'00" a 8°40'45" latitud norte y 82°32'83" a 82°45'00" longitud Oeste, con elevación de 138 a 560 msnm y temperatura

---

<sup>1</sup> Cerrud, RA. 2002. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales en el distrito de Bugaba, Panamá. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 95 p.

<sup>2</sup> M.Sc. en Agroforestería Tropical. IDIAP. Estación Experimental de Gualaca. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: rcerrud@idiap.gob.pa, r77cerrud@hotmail.com

media anual de 25.4°C, la evaporación promedio anual de 4,5 mm y la precipitación de 3,700 mm: Los suelos predominantes son inceptisoles franco arenoso, de topografía plana en los corregimientos de Santa Marta y Santo Domingo y más irregular (pendientes) en Sortová, con pH de 5.5 y un déficit hídrico de cinco meses, desde finales de diciembre a mediados de abril (IDIAP 1991).

El estudio consistió en dos etapas: a) una caracterización de los sistemas de producción en las fincas de tendencia lechera del área (97); b) un estudio detallado de los SSP de las mismas.

Por cada corregimiento se seleccionaron seis fincas y tres parcelas circulares, por cada una, para árboles dispersos en potrero. El tamaño de la parcela fue de 16 m de radio, en la cual se midió la sucesión vegetal (brinzales, latizales y fustales). En las CV se usaron cuatro parcelas temporales por finca; las parcelas fueron lineales de 30 m. La demarcación de las parcelas se midió con un recorrido por la finca para identificar el área donde se encontraban las CV.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 54% de las fincas investigadas tienen un área de 10 a 50 ha; 28% con menos de 10 ha y 18% con más

de 50 ha. Las fincas son administradas en un 63% por sus propietarios, 20% por familiares y 11% por particulares. El 90% de las fincas realizan actividades de doble propósito, el resto, son lecherías especializadas.

### *Sistemas Silvopastoriles*

El 95% de las fincas cuentan con árboles dispersos en potreros y 96% tiene cercas vivas. De los árboles dispersos en potreros, el grupo de especies usadas para sombra y leña, es el que tiene mayor porcentaje en Santa Marta y Santo Domingo con 57 y 46%, respectivamente; en Sortová, el mayor porcentaje se encuentra en los frutales dispersos (38%).

### *Árboles dispersos en Potreros y Cercas Vivas*

En un área de 4.3 ha de las parcelas medidas en las 18 fincas seleccionadas, se encontraron 829 árboles del sistema de árboles en potreros pertenecientes a 22 familias y 41 especies diferentes y, a lo largo de una distancia de 2.16 km en dichas parcelas, se encontró 2,206 árboles de CV, pertenecientes a 15 familias y 18 especies distintas.

Las familias más comunes en árboles dispersos en potreros son: Rutaceas, Bignoniaceae, Papilionaceae y Meliaceas y las especies más comunes fueron: *Citrus sinensis* Santa

**CUADRO 1. TAMAÑO, NÚMERO DE PARCELAS Y VARIABLES A MEDIR EN LOS DISTINTOS ESTADIOS SUCESIONALES EN LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.**

Estado de Sucesión	Dimensiones	Parcela		Parcela por unidad de muestreo (No.)	Variables a medir
		Área (m <sup>2</sup> )	Radio (m)		
Brinzales	0.30 m > h ≤ 1.5 m	201	8.0	3	Diversidad y abundancia de especies, altura.
Latizales	≥ 1.5 m y dap < 5 cm	452	12.0	3	Diversidad, abundancia de especies, altura total y dap.
Fustales	dap ≥ 5 cm	804	16.0	3	Diversidad y abundancia de especies, dap, altura total y comercial

Marta y Santo Domingo y *Tabebuia rosea* en Sortová.

Las familias de árboles más comunes usadas en las CV presentaron el orden: Papilionaceae, Fabaceae y Burseráceas; de allí, las otras varían su orden por corregimiento.

La mayor similitud de especies de acuerdo al índice Jaccard (Magurran, 1989), se presentó entre los corregimientos de Santa Marta y Santo Domingo (0.53).

### *Árboles dispersos en potreros*

Comparando las densidades por estadio sucesional (Cuadro 2), no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el estadio de brinzales entre los corregimientos. Sin embargo, Santo Domingo presentó el promedio más alto de densidad arbórea ( $112 \pm 81$  árboles/ha). En forma similar, no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en los latizales, siendo Santa Marta donde se presenta el promedio más alto de densidad arbórea ( $3 \pm 4$  árboles/ha). Respecto a los fustales no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre Santa Marta y Santo Domingo; pero, sí con Sortová, el cual presentó el mayor promedio de densidad arbórea ( $18 \pm 5$  árboles/ha).

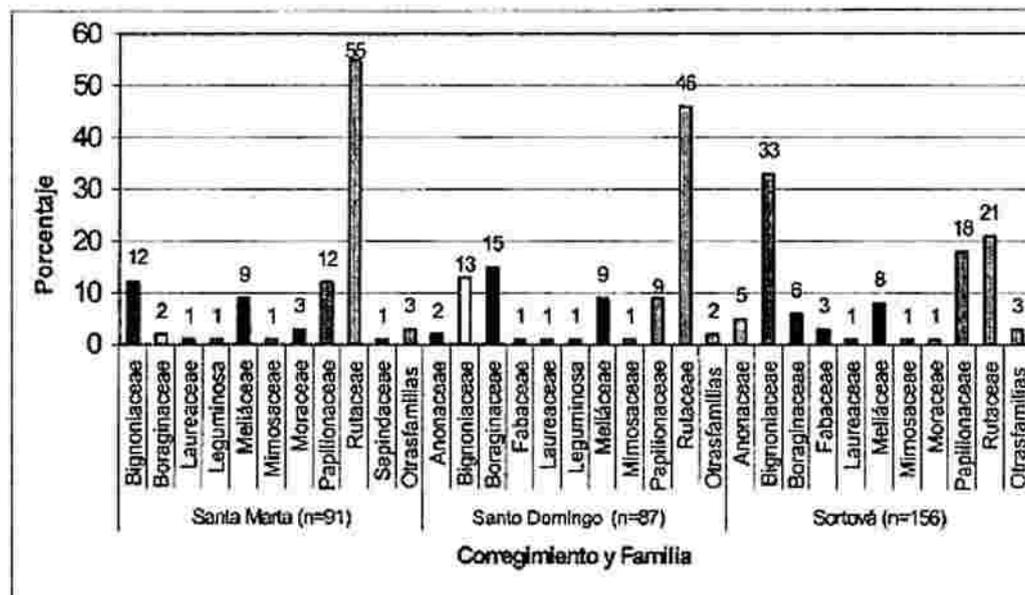


FIGURA 1. FRECUENCIA DE LAS FAMILIAS MÁS COMUNES DE ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS (FUSTALES) EN LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.

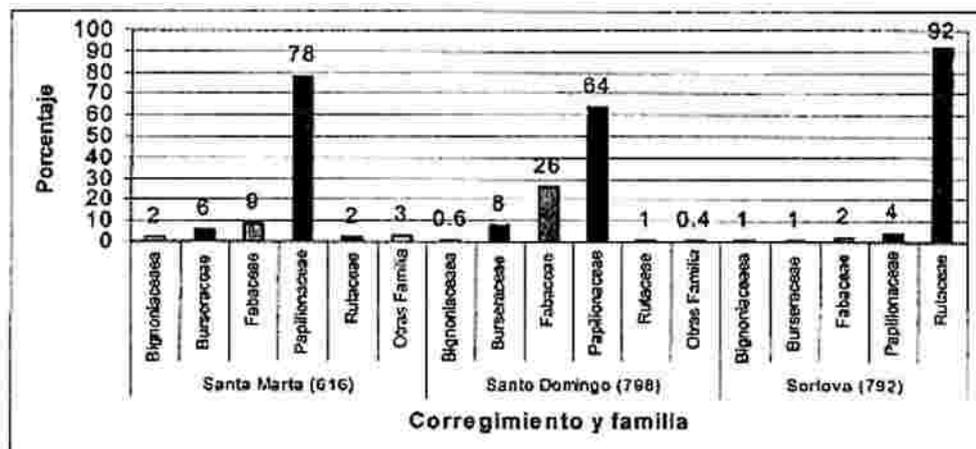


FIGURA 2. FRECUENCIA DE LAS FAMILIAS MÁS COMUNES USADAS EN CERCAS VIVAS EN LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.

**CUADRO 2. PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DENSIDAD DE LA SUCESIÓN ARBÓREA EN POTRERO, EN FINCAS DE LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.**

Corregimientos	Densidad por estadio sucesional ( individuos/ha )			
	Brinzales	Latizales	Fustales	Total
Santa Marta	64±46 <sup>a</sup>	3±4 <sup>a</sup>	10,5±7 <sup>b</sup>	77±50 <sup>a</sup>
Santo Domingo	112±81 <sup>a</sup>	0,2±0,3 <sup>a</sup>	9±4 <sup>b</sup>	121±80 <sup>a</sup>
Sortová	43±67 <sup>a</sup>	1±1 <sup>a</sup>	18±5 <sup>a</sup>	62±68 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia estadística significativa según prueba de Duncan ( $P > 0.05$ ).

### **Usos de los árboles dispersos en potreros**

Al agruparse en cuatro categorías (postes vivos, frutales, maderables y usos múltiples), se encontró que el mayor porcentaje utilizado fue para frutales (40%) y maderables (35%), siguiéndole usos múltiples (19%) y postes vivos (6%) en los tres corregimientos. Solamente se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la categoría de maderables, donde Sortová presentó el promedio más alto 9±2,5 árboles/ha.

La presencia de especies arbóreas de uso múltiple (Y) en árboles dispersos en potreros es explicada, en parte, por el modelo:

$$Y = -33.0 - 0.37 x_1 + 0.04 x_2 + 0.14 x_3$$

( $R^2 = 0.80$ )

que detectó influencia significativa ( $P < 0.05$ ) para las variables: vacas en producción ( $x_1 = N^{\circ}$  de vacas); producción de leche ( $x_2 = \text{lt/vaca/día}$ ); y edad del productor ( $x_3 = \text{años}$ ). Los modelos para las otras categorías presentaron variables no significativas ( $R^2$  bajo, 0.19).

### **Volumen de madera en árboles dispersos en potreros**

Se realizó un cálculo del volumen de madera de acuerdo a las categorías diamétricas de  $dap < 35$  cm y  $dap \geq 35$  cm para los árboles con madera comercial aprovechable de las tres parcelas por unidad de muestreo. Sortová presentó el mayor volumen de madera total con 7.3 m<sup>3</sup>/ha ( $dap < 35$  cm: 4.2 m<sup>3</sup>/ha;  $dap \geq 35$  cm: 3.1 m<sup>3</sup>/ha). La familia Meliaceae con las especies *C. odorata* (0.14 m<sup>3</sup>/ha) y *Trichilea herta* (0.92 m<sup>3</sup>

**CUADRO 3. VOLUMEN DE MADERA APROVECHABLE DE ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS POR ESPECIE EN LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.**

Corregimientos	Especies	Volumen de madera (m <sup>3</sup> /ha)		
		dap<35 cm	dap>35 cm	Total
Santa Marta	<i>Cassia fistulas</i>	0.12	-	
	<i>Cedrela odorata</i>	0.12	-	
	<i>Cordia alliodora</i>	0.04	0.13	
	<i>Diphysa robinoides</i>	0.21	0.34	
	<i>Jacaranda caucana</i>	0.02	-	
	<i>Tabebuia rosea</i>	0.46	0.18	
	<i>Trichilea herta</i>	0.01	-	
Total por corregimiento		0.98	0.66	1.64
Santo Domingo	<i>Cedrela odorata</i>		0.14	
	<i>Cordia alliodora</i>	0.76	0.10	
	<i>Diphysa robinoides</i>	0.10	0.44	
	<i>Pithecolobium saman</i>	0.03	-	
	<i>Tabebuia rosea</i>	0.37	0.23	
	<i>Trichilea herta</i>	0.08	0.92	
	Total por corregimiento		1.33	1.83
Sortová	<i>Cedrela odorata</i>	0.41	0.83	
	<i>Cordia alliodora</i>	0.19	-	
	<i>Diphysa robinoides</i>	0.32	0.79	
	<i>Guarea</i>	0.04	-	
	<i>Tabebuia guayacan</i>	0.54	0.43	
	<i>Tabebuia rosea</i>	2.70	0.63	
	<i>Platypodium elegans</i>	0.01	0.37	
	Total por corregimiento		4.22	3.06

/ha), fueron las que presentaron mayor volumen de madera en la categoría comercial. El corregimiento de Santa Marta presentó el menor volumen ( $1.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) de madera, donde  $0.66 \text{ m}^3/\text{ha}$  corresponden a la categoría de madera comercial aprovechable (Cuadro 3).

### **Árboles en cercas vivas**

En las cercas vivas, el ANDEVA de las variables densidad lineal (árboles/km) y diversidad de especies, no se detectó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los corregimientos (Cuadro 4); a pesar de ello, el corregimiento de Santo Domingo mostró el mayor promedio, equivalente a  $1100\pm 264$  árboles/km. Santa Marta presentó el mayor número de especies (6) utilizadas en cercas vivas, pero el ANDEVA no detectó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre corregimientos.

### **Categorías de uso de árboles en cercas vivas**

En general, la categoría de uso múltiple presentó mayor porcentaje en las cercas vivas con 96%, siendo el corregimiento de Sortová el que presentó el mayor promedio con  $1027\pm 534$  árboles/km, pero no se detectó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre corregimientos (Cuadro 5).

La utilización de especies que

sólo les sirvan de postes vivos, por parte de los productores es poco común (1.6%); más bien ellos siempre buscan especies que brinden varios beneficios. Las especies maderables presentan bajo porcentaje de uso en cercas (1.6%), al igual que los frutales (1.4%), porque su forma de propagación es por semillas o plantones, a diferencia de las especies que se propagan como postes vivos (*G. sepium* y *D. robinoides*). Por otro lado, las especies de uso múltiple se utilizan en mayor porcentaje (96%).

Según el análisis de regresión lineal múltiple, la categoría de frutales (Y) en cercas vivas es explicada parcialmente por la variable tiempo de tenencia de la finca ( $x_1$  = años) y tiempo en la ganadería ( $x_2$  = años) ( $P<0.05$ ), por medio del modelo:

$$Y = -1.05 + 0.12x_1 - 0.08x_2$$

$$R^2 = 0.38$$

Los modelos para las otras categorías tienen un  $R^2$  aún más bajo (0.25).

### **Volumen de madera ( $\text{m}^3$ ) en las cercas vivas**

A lo largo de una distancia de 0.72 km de CV del corregimiento de Santa Marta, se encontró como especies maderables a *T. rosea*, con volumen de  $0.36 \text{ m}^3/\text{km}$  de madera. En el corregimiento de Santo Domingo se encontró en general el mayor volumen

**CUADRO 4. DISTANCIAMIENTO DE ÁRBOLES POR KILÓMETRO LINEAL Y NÚMERO DE ESPECIES EN CERCAS VIVAS EN LAS FINCAS DE LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.**

Corregimientos	Densidad lineal ( árboles/km )	Número de Especies
Santa Marta	850±186 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>
Santo Domingo	1100±264 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>
Sortová	1094±634 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia estadística significativa según prueba de Duncan (P>0.05).

**CUADRO 5. DENSIDAD DE ESPECIES ARBÓREAS POR CATEGORÍAS DE USOS EN CERCAS VIVAS EN LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA, SANTO DOMINGO Y SORTOVÁ, O DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.**

Corregimientos	Postes vivos (árboles/km)	Frutales (árboles/km)	Maderables (árboles/km)	Uso múltiple (árboles/km)
Santa Marta	137±91 <sup>b</sup>	14±12 <sup>a</sup>	20±19 <sup>a</sup>	683±145 <sup>a</sup>
Santo Domingo	626±505 <sup>a</sup>	37±52 <sup>a</sup>	23±32 <sup>a</sup>	420±467 <sup>a</sup>
Sortová	49±45 <sup>b</sup>	6±8 <sup>a</sup>	18±35 <sup>a</sup>	1027±534 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia significativa según prueba de Duncan (P>0.05).

**CUADRO 6. VOLUMEN DE MADERA APROVECHABLE EN CERCAS VIVAS EN LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA MARTA Y SANTO DOMINGO, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.**

Corregimientos	Especies	Volumen de madera (m <sup>3</sup> /ha)		
		dap < 35 cm	dap ≥ 35 cm	Total
Santa Marta	<i>Tabebuia rosea</i>	0.36		
	Sub-total	0.36		0.36
Santo Domingo	<i>Diphysa robinoides</i>		0.53	
	<i>Pithecolobium saman</i>		0.50	
	<i>Tabebuia rosea</i>	0.21		
	Sub-total	0.21	1.03	1.24

de madera en las CV con 1.24 m<sup>3</sup>/km; y, en Sortová no se encontró árboles maderables en las CV. En Santo Domingo en la categoría diamétrica comercial (dap ≥ 35 cm) se encontró las especies *D. robinoides* y *Pithecolobium saman* con 0.53 y 0.50 m<sup>3</sup>/km, respectivamente (Cuadro 6).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Las actividades desarrolladas anteriormente en las fincas y manejo de los potreros influyen en la diversidad y abundancia de las especies arbóreas en potreros. La mayor similitud de especies arbóreas se da entre Santa Marta y Santo Domingo. Además, se encontró que los árboles no presentan una adecuada distribución

sucesional, siendo muy bajo el porcentaje de latizales presentes en este estudio 2.2%.

- ❖ Promover los SSP en las zonas ganaderas de manera que contribuyan a disminuir la erosión en los suelos y restaurar las zonas donde se han eliminado los árboles y mejorar las prácticas de manejo en cuanto a la rotación, carga animal y control de malezas en los potreros, para aumentar la diversidad y abundancia de las especies arbóreas, permitiendo elevar la productividad de las fincas.

## BIBLIOGRAFÍA

- CRUZ, D. 2002. Productividad y Sostenibilidad para la Ganadería – II parte. Asociación Colombiana de Criado-

res de Ganada Cebú 324 (enero-febrero): 30-34.

IDIAP. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 1991. Producción de Forraje y Composición Química de las leguminosa *Gliricidia sepium* (Bala) en Bugaba, Santa Marta. Revista Ciencia Agropecuaria (7): 117-118.

MACDCKEN, KG; VERGARA, NT. 1990. Introduction to agroforestry, In agroforestry. Classification and Managemnt. (eds.) M.G. MacDken and NT., Vergara. John Wiley and Sons. New York. pp. 1 - 30.

MAGURRAN, A . E. 1989. Ecological Diversity and its Measurement. Ediciones Vedral (Tr. por Antonia M. Cirer). España, Barcelona. 198 p.

RODRÍGUEZ, I.; CRESPO, G.; FRAGA, S. 2001. Impacto de los árboles en los suelos ganaderos. Memorias Iº Simposio Internacional sobre ganadería Agroecológica. SIGA2001. La Habana, Cuba. 188 p.

**REVISTA CIENTÍFICA**  
**Ciencia Agropecuaria N.14**

Es una Publicación del



**Edición**

*Elizabeth S. De Freitas G.*  
*Sandra A. de Millán*

**Diseño y Diagramación**

*Elizabeth S. De Freitas G.*

**Asistencia**

*Osiris Valdés*

**Catalogación en la Fuente**

*Tomasa Puga B.*

**Impresión**

*Gloria Barria*  
*E. De Freitas G.*

**Compaginación**

*Gabrielly Berroa*  
*Fabiola Abrego*  
*Damaris Quintero*

**Encuadernación**

*Herminio González*  
*Emiliano Velarde*

**Tiraje**

*400 ejemplares*  
*Impreso en los Talleres del*  
*IDIAP en David, Chiriquí*  
*Impresión de Portada*  
*Impresora Central*  
*David, Chiriquí*

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