

ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N°12

PANAMÁ, 2002





ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N° 12

PANAMÁ, 2003

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

no. 12 (2003) 234 p.--Panamá, 2003--

Anual.

1. INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
2. INVESTIGACIONES PECUARIAS
3. PANAMÁ

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



JUNTA DIRECTIVA

M.A. Pedro A. Gordón
Ministro de Desarrollo Agropecuario
Presidente

Sr. Abelardo Amos
Gerente General del Banco
de Desarrollo Agropecuario
Miembro

Dr. Enrique Wedemeyer
Decano de la Facultad de
Ciencias Agropecuarias
Miembro

Dr. David Berroa Pinzón
Director General del IDIAP
Secretario

CUERPO DIRECTIVO

Dr. David Berroa Pinzón
Director General

Dr. Jaime Moscoso Ponce
Sub-Director General

Ing. Anais Vargas
Secretaria General

Dr. Reinaldo De Armas
Director Nacional de
Investigación Pecuaria

M.S. José A. Yau
Director Nacional de
Investigación Agrícola

Lic. Eloy Alvarez
Director Nacional de
Administración y Finanzas

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

Ing. Luis Pinto
Director Nacional de
Productos y Servicios

Dr. Vicente Beros
Director del CIA-Occidental

Ing. Virginia de Rodríguez
Directora del CIA-Central

Ing. Abdys Hernández
Director del CIA-Oriental

Ing. Miguel Cigarruista
Director del CIA-Azuero

Ing. Luis Ramos.
Director del CIA-Recursos Genéticos

Lic. Eulices Ramos
Director del CIA-Trópico Húmedo, a.i.

EDITORAS

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

COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Miguel A. Acosta, M.Sc.

Ismael Camargo, Ph.D.

Román Gordón M., M.Sc.

Gabriel von Lindeman, M.Sc.

Franklin Becerra, M.Sc.

Manuel H. Ruiloba, Ph.D.

Felipe González O., Ph.D.

Pedro Argel, Ph.D., CIAT

Orencio Fernández, Ph.D.

Bolívar Pinzón, M.Sc.

Benjamín Name, M.Sc.

Priscila de González, M.Sc.

Florentino Vega, M.Sc.

Rodrigo Morales, M.Sc.

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 la Unidad de Información y Comunicación 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**

**Apartado 6-4391. El Dorado, Panamá
Apartado 958. David, Chiriquí, Panamá
Tel. 317-0519-22 / 775-5250, Fax: 774-2607**

**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 las Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Los escritos deben ser enviados al Director de la Revista redactados en español. La presentación en otro idioma deberá ser consultada previamente al Director de la Revista.

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

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

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

Las fotografías deben ser de muy buena calidad; deben mostrar con claridad el área de interés para el lector y tomadas con criterio científico, tamaño 10 x 12.5 cm. En algunos casos, el editor 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 contenido, las materias y conceptos claves. Se proporcionará en español e inglés.

b. Autores: Centrado, después del título, se indicarán en orden, primer autor y co-autores. Los títulos, grados académicos, cargos, nombre de (los) autor (es), lugar donde se realizó el trabajo se indicarán al pie de página.

c. Resumen: En español y en inglés. Debe ser breve y no exceder de 5% (aproximadamente 200 palabras) del texto principal completo. abarca 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: Ha de 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 ordenados. 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 tomando en cuenta las recomendaciones del documento sobre Redacción de Referencias Bibliográficas del IICA, 3ª edición.

j. Agradecimiento: Para efecto de reconocimiento del autor a personas que hayan colaborado en la información del manuscrito deberán presentarse en esta sección.

2. NOTAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

a. Notas Científicas: Serán aquellos escritos basados en aspectos experimentales o investigaciones terminadas o en curso de cualquier tipo, que presenten un aspecto metodológico novedoso o un resultado 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.

Estas no requieren de separación de acápites ni de subtítulos, aunque deben contener en el texto los antecedentes y deben resaltar claramente el objetivo del trabajo, materiales y métodos, con énfasis en los procedimientos. Las conclusiones y 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 al Director de la Revista. Debe tener una extensión máxima de 20 páginas incluyendo cuadros, figuras y referencias bibliográficas.

CONTENIDO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

-
- 1-15 CARACTERIZACIÓN DE 110 ACCESIONES (RECURSOS GENÉTICOS) DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.) EN DIVISA Y AZUERO, PANAMÁ. 1999 – 2000.
Pedro V. Him H.; Gladys T. de Gutiérrez; Nilso García; Abraham Castillo
-
- 17-24 DETECCIÓN DEL CARBÓN DEL ARROZ, *Tilletia barclayana* (BREF.). Sacc y Sydow EN PANAMÁ. 1997.
Kilmer Von Chong; Armando González
-
- 25-39 IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO DE LA BACTERIOSIS DEL FOLLAJE DEL ARROZ EN PANAMÁ. 1999.
Kilmer Von Chong; Denise Broce; Diana Rodríguez; Johanna Vargas
-
- 41-54 LA INCIDENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA NECROSIS RAYADA DEL ARROZ (RSNV) EN PANAMÁ. 2000.
Kilmer Von Chong; Lessiel M. Núñez; Armando González
-
- 55-70 RESPUESTA DEL MAÍZ A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ROTACIÓN CON MUCUNA BAJO DOS TIPOS DE LABRANZA. RÍO HATO, PANAMÁ. 1993-1994.
Román Gordón M.; Jorge Franco; Nivaldo De Gracia; Andrés González
-

CONTENIDO

- 71-84 RESPUESTA DE DOS CULTIVARES DE MAÍZ A LA DENSIDAD DE PLANTAS, BAJO DOS NIVELES CONTRASTANTES DE NITRÓGENO, PANAMÁ. 1993-1994.
Román Gordón M.; Ismael Camargo; Jorge Franco; Andrés González
-
- 85-94 EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE *Sorghum* sp. EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ. 1996.
Román Gordón M.; Jorge Franco; Andrés González
-
- 95-112 COMPORTAMIENTO DE INSECTOS PLAGAS A LA APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN DOS CULTIVARES DE MELÓN EN LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ. 1996.
Román Gordón M.; Jorge Franco; Andrés González
-
- 113-124 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE PLANTAS DE LOS CULTIVARES DE MAÍZ P-9422, P-9490 Y X-3018, AZUERO, PANAMÁ. 1997.
Román Gordón M.; Jorge Franco; Andrés González
-
- 125-136 LAS MOSCAS BLANCAS PRESENTES EN ÁREAS HORTÍCOLAS DE LA PENÍNSULA DE AZUERO. LOS SANTOS, PANAMÁ. 1999.
José Angel Guerra M.; Orencio Fernández; Oscar Gutiérrez; Anayansi Murillo; Natalia Villarreal
-
- 137-164 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN EN TRES ESTACIONES EXPERIMENTALES UBICADAS EN EL BOSQUE TROPICAL HÚMEDO Y BOSQUE TROPICAL SECO DE PANAMÁ.
Benjamín Name; José Villarreal
-

CONTENIDO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

-
- 165-176 EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE ESPECIES
POCO CONOCIDAS DE *Leucaena*

*Bolívar R. Pinzón; Rubén Montenegro;
Pedro Argel*

-
- 177-189 EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE UREA EN
UNA MEZCLA DE SAL MINERALIZADA PARA
EL SUMINISTRO A LIBRE CONSUMO DE
PROTEÍNA A NOVILLOS

Manuel Humberto Ruiloba; Carlos I. Saldaña

-
- 191-222 EVALUACIÓN BIOECONÓMICA DE CUATRO
SISTEMAS DE CEBAS BASADO EN PASTOREO,
SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA PROTEICA
Y ESTIMULADORES DE CONSUMO Y
CRECIMIENTO

*Pedro Guerra M.; Ricaute Quiel;
Ginnette Rodríguez; Milagros De Gracia*

NOTA TÉCNICA

- 223 NUEVO CULTIVAR DE PIMENTÓN DE ALTOS
RENDIMIENTOS "149"

*Pedro V. Him H.; Gladys T. de Gutiérrez; Nilso
García; Abraham Castillo*

-
- 224 CULTIVAR DE TOMATE: 1-4A

*Rolando Lasso; Pedro Him; Gladys T. de Gutiérrez;
Carlos Herrera; Nilso García; Abraham Castillo*

CARACTERIZACIÓN DE 110 ACCESIONES (RECURSOS GENÉTICOS) DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.) EN DIVISA Y AZUERO, PANAMÁ. 1999-2000.

Pedro V. Him H.¹; Gladys T. de Gutiérrez²; Nilso García³; Abraham Castillo⁴

RESUMEN

Los ajíes, chiles y pimientos son productos de importancia para la salud, socioeconómica y ornamental; además, son consumidos a diario por nuestra población y, en Panamá, se produce comercialmente para suplir demandas y necesidades tanto a la población nacional y/o a la agroindustria. Este cultivo se realiza en Panamá, tanto en tierras bajas (provincias de Coclé, Veraguas, Herrera, Los Santos y Panamá), como en tierras altas (provincia de Chiriquí). El IDIAP, a través de su Proyecto de Mejora Genética realiza una serie de actividades que conllevan a identificar o crear nuevas alternativas para los productores, por lo que un total de 110 genotipos (accesiones) fueron establecidos en un ensayo de recurso genético, en los terrenos del INA, Divisa (provincia de Veraguas) y en el Campo Experimental de IDIAP en Azuero (provincia de Los Santos) a 12-16 msnm, latitud de 7° 57' y longitud de 80° 25' proporcionados por REDCAHOR (procedente de distintos países). El objetivo del trabajo fue caracterizarlos bajo condiciones de Panamá e identificar los genotipos tolerantes o susceptibles a *Ralstonia solanacearum* (marchitez bacteriana), al virus-geminivirus y seleccionar progenitores potenciales para el Proyecto de Mejora Genética. Se sembraron líneas de 5-6 m de largo que contenían 12-15 plantas, separadas a 40-50 cm y 1.20 m entre líneas; los semilleros fueron establecidos el 01-12-1999 y el transplante 07-1-2000. Se usó riego por gravedad 2-3 veces/semana (Divisa) y por goteo, en Azuero; se fertilizó con 14 qq/ha de 12-24-12 y 3.0 qq/ha de urea, fraccionada a los 30-45 ddt. Para el

¹ Ph.D. Fitomejorador. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC)

e-mail: ldiap_div@cwpanama.net

² Ing. Agr. Instituto Nacional de Agricultura (INA). Tel. 976-1308

³ Téc. Agropecuario. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Azuero (CIAAzu)

e-mail: ldiap_azu@cwpanama.net

⁴ Téc. Agropecuario. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Azuero (CIAAzu)

e-mail: ldiap_azu@cwpanama.net

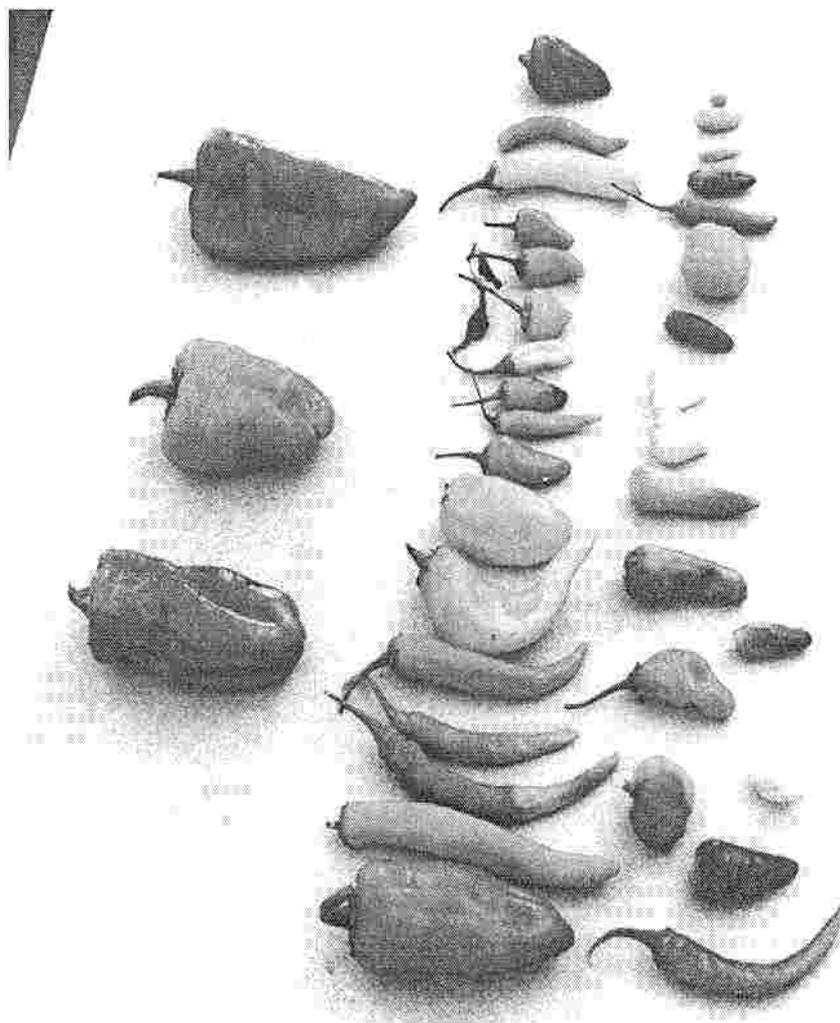
control de malezas se aplicó Roundup, 3.0 l/ha; Paraquat, 1.0 l/ha y control manual. Los chinches, chinchillas y otras plagas se controlaron con Ambush, 150 cc/ha; Eviset, 40 g/ha; y Dipel 81, 1.0 l/ha. Los resultados se reflejan en el Cuadro 1, sobresaliendo los días a floración de 31-70 ddt; días a cosecha de 61-90 ddt; la palatabilidad varió de dulce a picante, la forma de fruto de redondos, cónicos, alargados, achatados, tipo pimentón. El color del fruto varió de verde, rojo, amarillo, anaranjado. El color de pétalos fue blanco o morado. El color de anteras, amarillo o morado; el pedúnculo, liso, en su mayoría y el número de lóculos, variados. La marchitez bacteriana y virosis estuvieron presentes en algunos genotipos. Este estudio permitió caracterizar una gran cantidad de genotipos, muy importante para distintos usos en el Proyecto de Mejora Genética, en lo que respecta a variabilidad genética.

PALABRAS CLAVES: *Capsicum*; ajíes; chiles; pimientos; genotipos; recursos genéticos; REDCAHOR; *Ralstonia solanacearum*; virus-geminivirus; ensayos de procedencias.

CHARACTERIZATION OF 110 GENOTYPES OF CHILIS AND PEPPERS (*Capsicum* sp.) IN DIVISA AND AZUERO, PANAMA. 1999-2000.

The peppers and chilis are produced for the fresh market and industry. This crop is cultivated in low lands of Cocle, Veraguas, Herrera, Los Santos y Panamá as well as the high lands of Chiriquí. IDIAP through its breeding program, identifies and generates new cultivars with characteristics demanded by the market. A total of 110 genotypes provided by REDCAHOR were evaluated in the experimental stations of Divisa (INA) and Los Santos (Azuero; 12-16 msnm, latitud 7°57' y longitud 80°25'). This research was carried out from January to May of 1999 to characterize and identify genotypes tolerant to *Ralstonia solanacearum*, geminivirus and to select potential progenitors for the breeding program. Furrows of 5-6 m long were planted with 12-15 plants, 40-50 cm between plants and 1.20 m between furrow. Drip irrigation was used in Azuero and by furrow in Divisa; weeds were controlled by herbicides (Round up + Paraquat, 3.0 l/ha + 1 l/ha) and manual; plants were fertilized with 14 qq of N-P-K (12-24-12) and 3 qq of urea (30-45 days after transplant (dat)). Insect pests were controlled by insecticide Ambush (150 cc/ha), Eviset (40 g/ha) and Dipel 81 (1.0 l/ha). The results indicate that days to flowering occurred between 31-70 dat, days to crop between 61-90 dat, the taste goes from sweet to spicy, the fruit form were round, conical, lengthened, flattened type paprika; the fruit color were green, red, yellow and orange; the petals color varies from white to violet; the anthers color varies from yellow to violet; the peduncle was smooth and fruit locule varies in number. The bacterial wilting and virus symptoms were detected in some genotypes. The study allows to characterize a great number of genotypes useful for different purposes in the breeding program.

KEY WORDS: *Capsicum*; peppers; chilis; genotypes; *Ralstonia solanacearum*.



**VARIABILIDAD GENÉTICA DE *Capsicum* sp.
(FORMAS, TAMAÑOS Y COLORES)**

INTRODUCCIÓN

Existe una gran diversidad de tipos, formas, sabores, colores y tamaños de ajíes, chiles y pimientos en la naturaleza (Nuez y col., 1996) lo que constituye una gran riqueza de recursos genéticos y nuestra población, cada vez más va adquiriendo distintos hábitos de consumo de estos productos, lo que implica demanda, que sea oportuno y calidad del producto.

Según el reporte de FAO (1999), la superficie cultivada comercialmente de pimientos en todo el mundo es de 3,852,000 ha con una producción de 1,264,335 TM; en Panamá se cultiva anualmente de 300-500 ha y se observa que la producción de ajíes picantes va en aumento, por la demanda exterior.

Por el aumento progresivo en el uso comercial en todo el orbe terrestre, los ajíes, chiles y pimientos se van tornando susceptibles a plagas y enfermedades, principalmente a la bacteria *Ralstonia solanacearum* (marchitez bacteriana),

virus-geminivirus y otros patógenos, que constituyen el principal problema en los países del Trópico. Es a través de los programas de Mejora Genética que se puede hacer buen uso de los recursos genéticos existentes, combinándolos de distintas formas y/o haciendo sobresalir más un tipo que otro, según los intereses o tendencias mundiales. Hoy día, estos productos tienen distintos usos, por lo que es importante caracterizarlos.

Este estudio tuvo como objetivos:

- ✧ Caracterizar un número plural de accesiones bajo las condiciones de Panamá.
- ✧ Identificar genotipos tolerantes o susceptibles a *Ralstonia solanacearum* (marchitez bacteriana) y virus-gemini-virus principalmente.
- ✧ Seleccionar progenitores potenciales para el Proyecto de Mejora Genética de IDIAP y países de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo fue conducido en los terrenos del INA, Divisa, provincia de Veraguas y en la Estación Experimental de IDIAP, Azuero, que se encuentran a 12-16 msnm, latitud de 7° 57' y longitud de 80° 25'. El suelo es tipo 11 agrológicamente, inceptisol, de origen aluvial reciente. La temperatura osciló entre $\pm 27^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa estuvo entre $\pm 80-90\%$.

En este ensayo se usaron 110 genotipos o accesiones (Cuadro 1), suministrados por REDCAHOR (Red Centro Americana de Hortalizas) y con procedencia de distintos países.

Las parcelas se constituyeron por surcos de 5-6 m de largo que contenían 12-15 plantas, separadas a 40-50 cm y a 1.20 m entre líneas o surcos. Los semilleros fueron establecidos el 01-12-1999 y el transplante 07-1-2000. El manejo agronómico consistió en la aplicación de 14 qq/ha de 12-24-12 a los 6-8 ddt (días después del transplante) conjunta-

mente con la resiembra y aporque, seguido de 3 qq/ha de urea fraccionando a los 30-45 ddt. El riego fue por gravedad 2-3 veces/semana (Divisa) y por goteo en Azuero.

Para el control de malezas se aplicó Roundup, 3.0 lt/ha; Paraquat, 1.0 lt/ha y control manual. Los chinches, chinillas y otras plagas fueron controladas con Ambush, 150 cc/ha; Eviset, 40 g/ha; y Dipel 81, 1.0 lt/ha. Los parámetros a evaluar fueron: días a floración, días a cosecha, palatabilidad (pugencia) del fruto, color del fruto, forma del fruto, color de pétalo, color de anteras, tipo de pedúnculo, tolerancia o susceptibilidad a marchitez bacteriana y/o virus-geminivirus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como lo demuestra el Cuadro 1, de los 110 genotipos evaluados, en 25 de ellos, las semillas no germinaron, quedando el resto caracterizado de acuerdo a los parámetros a evaluar.

La floración varió de 31-70 ddt (días después del transplante), siendo que los días a cosecha

oscilaron de 61-90 ddt; la palatabilidad varió de dulce a picante; la forma de fruto, de redondos, cónicos, alargados, achatados, tipo pimentón, entre otros. El color de fruto varió desde el verde, amarillo, anaranjado y rojo. El color de pétalos fue blanco y morado. El color de anteras, amarillo y morado. El pedúnculo de los frutos fue liso en su mayoría y el número de lóculos, variados. Es importante considerar estos aspectos en todo programa o Proyecto de Mejora Genética, porque permite disponer de genotipos potenciales para cualquier interés o demanda que se presente y aumento de la riqueza de recursos genéticos para nuestros bancos de germoplasmas. La floración ocurrió de 31-70 ddt, lo que demuestra que algunas de estas accesiones coinciden con los cultivares comerciales o experimentales que variaron de 25-40 ddt y, que, en su mayoría, son cultivares mejorados. Como en estas accesiones se incluyeron genotipos silvestres o poco domesticados, su rango a días floración alcanzó hasta 70 días, lo cual indica que son extremadamente

tardíos; sin embargo, pueden presentar otras características de interés para el fitomejoramiento. Los días a cosecha presentan una relación muy estrecha a días a floración, de 61-90 ddt y por el mismo razonamiento que el anterior era de esperar estas oscilaciones (diferencias). La palatabilidad varió desde dulce hasta picante, ya que el sabor del fruto maduro integra un importante conjunto de procesos, en su mayoría asociados a hidrólisis enzimáticos (Demsey, 1966). Cuando se produce la degradación hidrolítica del almidón y de las pectinas (carbohidratos), aumenta el sabor dulce, ya que esto va asociado a la desaparición de los taninos de sabor astringente. Por el contrario, la presencia de capsicina en los frutos, principalmente en los reptos y la placenta, ya que en el pericarpio la concentración es muy baja (10 ppm) (Cochran y col., 1966).

Los cambios en la textura van asociados a procesos hidrolíticos, produciéndose varios tipos de aldehídos, alcoholes, terpenos, aceites volátiles que son los que

confieren el sabor y aroma de cada variedad. La forma de los frutos se presentó variable: redondos, cónicos, alargados, achatados, tipo pimiento, entre otros. En cuanto a forma y tamaño, está bastante influenciado por la ascendencia de donde provienen, ya que existen varias especies que marcan categóricamente estas características (Cochran, 1942). El color de los frutos varió de verde, amarillo, anaranjado, morado y rojo. A pesar de que en los pimientos se ha demostrado respuesta positiva a los tratamientos con etileno y también un incremento endógeno a partir del punto de viraje verde a rojo (Cantliffe y col., 1975). Por otro lado, el incremento del nivel respiratorio varía considerablemente con el cultivar, generalmente, los pimientos de frutos pequeños (primitivos) son climáticos no así los de carne gruesa. (Quagliotti, 1979).

En la mayoría de variedades de frutos verdes disminuye la concentración de clorofilas y aumenta la de pigmentos carotenoides (Esau, 1972). Esta situación parece estar inducida por el fitocromo,

interviniendo el etileno y ácido absisico. El B-caroteno, criptoxanteno y zeaxanteno, son carotenoides precursores en la ruta biosintética de la maduración del fruto, mientras que los carotenoides rojos, capsanteno y capsorrubeno son pigmentos terminales. El color de pétalos fue blanco y morado y el color de las anteras se presentó amarillo y morado. El pedúnculo de los frutos fue liso en su mayoría y el número de lóculos variados.

Estos aspectos son muy importantes en todo Proyecto de Mejora Genética, porque permite disponer o tener accesible genotipos potenciales para cualquier interés o demanda que se presente y aumento de la riqueza de recurso genético para bancos de germoplasma. En lo que respecta a materiales susceptibles a marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) solamente 2 (dos) accesiones lo presentaron: ppp99776-44 y la sel. 16457; en cuanto a virus-geminivirus 12 (doce): Sn 45; Sel 101; PBC 123; PBC 194; PBC 382; PBC 531; PBC 571; PBC 1466; Sel 6126; Sel 10004; Sel 10792 y Sel 10914;

el resto se presentó como tolerantes.

Es importante caracterizar estos patógenos en nuestras condiciones, por la variación de razas o biotipos que existen de país a país e incluso de una localidad a otra dentro de un mismo país, ya que estos dos problemas son de mayor importancia para el cultivo de la solanáceas en los países del Trópico.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió caracterizar, bajo las condiciones de Panamá, una gran cantidad de nuevos genotipos o accesiones, lo que enriquece el acervo de genes para el banco de germoplasma del Proyecto de Mejora Genética y, por ende, para el país.

- ✱ Se caracterizaron accesiones que resultan de interés para el Proyecto de Mejora Genética del IDIAP y enriquecimiento del banco de germoplasma.
- ✱ Muchos genotipos mostraron ser tolerantes a marchitez

bacteriana y virosis, así como también, otros mostraron ser susceptibles para el proyecto.

- ✱ El estudio demostró que existe una amplia diversidad de formas, colores, sabores y tamaños.

RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- ✱ Mantener este recurso de genes bien identificado y bien conservado para su uso posterior.
- ✱ Utilizarlos en los proyectos de Mejora Genética.
- ✱ Intercambiar estos materiales con otros países de la región.
- ✱ Divulgar estos estudios a la comunidad científica (Centros de Investigación).

CUADRO 1. ENSAYO DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.). 1999-2000.

Nº	Código	Origen	Fl	Ces	Tipo Fruto	forma fruto	Color fruto	color pétalo	color anteras	tipo ped	Nº Loc	Enf.
1	SN 18	Bolivia	35	65	Picante	TC	Amarillo	blanco	Amarillo	-	-	
2	Sn 45	Bolivia	31	63	Picante	t.c alargado	Amarillo	blanco	amarillo	-	-	virus
3	SN 47	Bolivia	35	65	Picante	t.c alargado	Amarillo	blanco	amarillo	-	-	
4	SN 54	Bolivia										n.g
5	SN 55	Bolivia										n.g
6	14	Bolivia	35	65	Picante	t.c largo	Amarillo	blanco	amarillo	-	-	
7	60	Bolivia										n.g
8	101	Bolivia	35	65	Picante	red. Aplastado	Rojo	blanco	amarillo	-	-	virus
9		Bolivia	35	65	Dulce	t.c aplastado	Rojo	blanco	amarillo	-	-	
10		Bolivia										n.g
11	PBC7	Checoslovaquia	31	61	Dulce	Trompito	Morado	Morado/blanco	morado	-	-	
12	PBC82	Perú										n.g
13	PBC95	China	35	65	Dulce	Pimentón	Rojo	blanco	morado	L	3-4	
14	PBC123	Francia	35	65	Picante	picun/erectos	Rojo	blanco	morado	-	-	virus (80%)
15	PBC131	India										n.g
16	PBC139	India										n.g
17	PBC832											n.g
18	PBC152	Nigeria	35	65	Picante	Deig. curvos	Rojo	blanco	morado	-	-	
19	PBC171	Nigeria										n.g
20	PBC184		35	65	Picante	Alarg delgado	Rojo	blanco	morado	-	-	n.g
21	PBC194	Brasil	35	70	Picante	Ancho, asrug.	Rojo	blanco	morado	-	-	virus
22	PBC300	Mongolia	35	65	Picante	Alarg gruesa	Rojo	blanco	morado	-	-	
23	PBC320	Turquia										n.g

CUADRO 1. ENSAYO DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.). 1999-2000. (Continuación)

Nº	Código	origen	Fl	Cos	Tipo fruto	forma fruto	Color fruto	color pétalo	color anteras	tipo ped	Nº Loc	Enf
24	PBC330	USA										
25	PBC366	Italia	35	65	Picante	Redondeado	Rojo	blanco	morado	-	-	
26	PBC373	Indonesia	35	65	Picante	alargado, delg.	Rojo	morado	morado	-	-	
27	PBC382		35	65	picante	Cónico	Rojo	blanco	morado	-	-	virus (25%)
28	PBC413	USA	35	65	dulce	Cónico	Rojo	blanco	morado	-	-	
29	PBC445	DDR										n.g
30	PBC464	Etiopia	35	65	picante	Ancho,alarg	Rojo	blanco	morado	-	-	
31	PBC492	Franca	33	65	picante	Ancho	Rojo	blanco	morado	-	-	
32	PBC498	Holanda										n.g
33	PBC518	India	31	62	picante	alarg.Delga	Rojo	blanco	morado	-	-	
34	PBC531	Italia	35	65	dulce	Cónico, alarg	Rojo	blanco	morado	-	-	virus antrac
35	PBC554	Argentina	35	65	dulce	Redondeado	Rojo	blanco	morado	-	-	
38	PBC571	Bulgaria	35	65	picante	Cónico	Rojo	blanco	morado	-	-	virus (25%)
37	PBC596	Tailandia	35	65	dulce	T. pimentón	Amarillo	blanco	morado	L.	3-4	
38	PBC625	Franca	35	65	dulce	Aji	Rojo	blanco	morado	L.	1	
39	PBC677	USA	35	65	dulce	Cónico,alarg	Rojo	blanco	morado	-	-	
40	PBC687	Mexico	35	65	dulce	Alargado	Rojo	blanco	morado	-	-	
41	PBC732	Tailandia	35	65	picante	redo Pequeño	Rojo	blanco	morado	-	-	
42	PBC747	Mexico	35	65	picante	alarg,delgad	Rojo	blanco	morado	-	-	
43	PBC773	Italia	35	65	dulce	Pimentón grande	Rojo	blanco	morado	L.	3-4	
44	PBC804	Burma	35	65	picante	alarg Delga	Rojo	blanco	morado	-	-	
45	PBC923	Uganda										n.g
46	PBC983		35	65	picante	peq. Erecto	Rojo	blanco	morado	-	-	
47	PBC947	Nepal	35	65	picante	l.c	Rojo	blanco	morado	-	-	

CUADRO 1. ENSAYO DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.). 1999-2000. (Continuación)

Nº	Código	origen	Fl	Cos	Tipo fruto	Forma fruto	color fruto	color pétalo	color anteras	tipo ped	Nº Loc	Ent
48	PBC1441		35	65	picante	T.c	rojo	blanco	morado	-	-	
49	PBC1015	USA	35	65	dulce	Pimentón	rojo	blanco	morado	L	3-4	
50	PBC1203	USA	35	65	dulce	pimentón	anaranjado	blanco	morado	L	3-4	
51	PBC1327	Taiwan	35	65	picante	trampilo	rojo	blanco	morado	-	-	
52	PBC1359	Iran	35	65	picante	pim. pequeño	rojo	blanco	morado	-	-	
53	PBC1376	Salvador										n.g.
54	PBC1382	Rusia	35	65	picante	cónico	rojo	blanco	morado	-	-	
55	PBC1395	Brasil	35	65	picante	alarg. delg.	rojo	blanco	amarillo	-	-	
56	PBC1403	Brasil	35	65	picante	t.c. alargado	rojo	blanco	amarillo			
57	PBC1426											n.g.
58	PBC1437	Perú	35	65	picante	t.c.	morado-rojo	blanco	amarillo	-	-	
59	PBC1458	USA	35	65	dulce	ají alargado	rojo	blanco	amarillo	L	2	virus S.R.
60	PBC1478	USA	35	65	picante	t.c.	rojo	blanco	amarillo	-	-	
61	PBC1493	USA										n.g.
62	PBC1574	Holanda	35	65	dulce	Pim. grande	amarillo	blanco	morado	L	3-4	
63	PP977116		35	65	Picante	Alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
64	PP977195-1		35	65	picante	alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
65	PP9778-44		35	65	picante	alarg. delgad.	rojo	blanco	morado	-	-	m.b. astr. acn. o.s.
66	PP977421		35	65	picante	t.c. alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
67	5414	Perú										
68	6126	Guatemala	35	65	picante	redondeado	rojo	blanco	morado	-	-	virus

CUADRO 1. ENSAYO DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.). 1999-2000. (Continuación)

N°	Código	origen	Fl	Cos	Tipo fruto	forma fruto	color fruto	color pétalo	color anteras	tipo ped	N° Loc	Enf.
69	6143	Guatemala	35	65	picante	T.c	rojo	blanco	morado	-	-	
70	7229	Panamá	35	65	picante	t.c	rojo	blanco	morado			
71	7802	Guatemala										n.g
72	7819	Guatemala										n.g
73	8387		60	90	picante	t.c. alargad.	rojo	blanco	morado	+	-	
74	8592											n.g
75	8995	Ejipcio	50	80	picante	t.c alarg. + delgado	rojo	blanco	morado	+	+	
76	9049											n.g
77	9066		35	65	picante	conico erecta	rojo	blanco	amarillo	-	-	
78	9095	Salvador										n.g
79	9190	méxico	35	65	picante	t.c	rojo	blanco	morado	+	+	
80	9204	Salvador	35	65	picante	t.c	anaranjado	blanco	morado	+	+	
81	9909	Costa Rica	60	90	picante	pequeños	amarillo	blanco	blanco	+	+	Plant as altas
82	9937	Costa Rica										
83	10004	Costa Rica	40	70	picante	t.c alarg.	rojo	blanco	morado	+	+	Virus
84	10792	Costa Rica	40	70	picante	T.c Alargado.	rojo	blanco	morado	+	-	virus
85	10914	Hondura	70	90	picante	t.c erecto peq	rojo	blanco	morado	+	+	virus
86	10951	Costa Rica										n.g
87	11744	Costa Rica										n.g
88	11795	Hondura	62	90	dulce	Pim pequeño	rojo	blanco	morado			

CUADRO 1. ENSAYO DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum* sp.). 1999-2000. (Continuación)

Nº	Código	origen	Fl	Cos	Tipo fruto	forma fruto	color fruto	color pétalo	color anteras	tipo ped	Nº Loc	Enf.
89	13981	Costa Rica										n.g.
90	13996	Costa Rica	60	90	picante	t.c.	rojo	blanco	morado	-	-	
91	14036	Costa Rica	40	70	dulce	t.c.	rojo	blanco	morado	-	-	
92	15385		40	70	picante	t.c. alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
93	15392	Ethiopia	40	70	picante	alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
94	15407	Ethiopia	40	70	picante	tipo trompino	rojo	blanco	morado	-	-	
95	15413		40	70	picante	alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
96	15432	Ethiopia	40	70	picante	alarg. ancho	rojo	blanco	morado	-	-	
97	15448	Ethiopia	40	70	picante	t.c.	rojo	blanco	amarillo	-	-	
98	15641	Guatemala	sin semilla									
99	15667	Guatemala	sin semilla									
100	16222	Ecuador	40	70	picante	t.c. delgada	rojo	blanco	morado	-	-	
101	16288	Guatemala	40	70	picante	cónicos	rojo	blanco	morado	-	-	
102	16454	Malasia	40	70	picante	t.c. alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
103	16457	Malasia	40	70	picante	t.c. alargado	rojo	blanco	morado	-	-	m.h.
104	16466	Brasil	35	65	dulce	Tipo pimentón	rojo	blanco	morado	undado	3-4	
105	16522	Guatemala	40	70	picante	t.c. alargado	rojo	blanco	morado	-	-	
106	17294	Guatemala	40	70	picante	t.c.	rojo	blanco	morado	-	-	
107	18577	Ecuador	40	70	picante	t.c.	rojo	blanco	morado	-	-	
108	18595	Guatemala	40	70	picante	t.c.	rojo	blanco	morado	-	-	
109	20122	sin semilla										
110	20293	Costa Rica	40	70	picante	t.c.	rojo	blanco	morado	-	-	

Sin semillas - No vinieron

n.g. No germinaron en semillero

BIBLIOGRAFÍA

- AHMAD, N.; TANKI, M.I.; KAUL, B.L. 1992. Natural cross pollination and its effect on genetic structure of the population in chilli (*Capsicum annum* L.). In VIII th EUCARPIA Meeting Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. Rome. pp. 69-74.
- CANTLIFFE, D.J.; GOODWIN, P. 1975. Red color enhancement of pepper fruits by multiple applications of etephon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 (2): 157-161.
- CAVERO, J.; ORTEGA, G. T.; ZARAGOZA, C. 1995. Efecto de la temperatura en la germinación y la emergencia de tres variedades de pimiento de industria. Invest. Agr. Prod. Pret. Veg. 10 (2): 155-166.
- COCHRAN, H.L. 1942. Influence of photoperiod on the time of flower primordia differentiation in the perfection pimienta (*Capsicum frutescens* L.) Proceeding of the American Society for Horticultural Science 40: 493-497.
- COCHRAN, H.L.; DEMPSEY, A.H. 1966. Stigma structure and period of receptivity in pimientos (*Capsicum frutescens* L.). Proceedings of the American Society for Horticultural Science 88: 454-457.
- DEMPSEY, A.H. 1966. Effect of storage and stage of flower development on viability of pepper pollen. Horticultural Science 1 (2): 56-57.
- ESAU, K. 1972. Anatomía vegetal. 2ª ed. Ediciones Omega, Barcelona.
- FAO. OFICINA REGIONAL PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 1988. Red de Cooperación Técnica en Producción de cultivos alimenticios. Prueba Regional de Cultivares de Tomate (1987- 1988). Informe de Resultados. Santiago, Chile. 153 p.

- GREENLEAF, W.K. 1986. Pepper Breeding. *In* Bassett, M. J. (ed). Breeding Vegetable Crops. AVI Pub. Co. Westport Connecticut. pp. 67-134.
- GRUBBEN, G.J.H. 1992-1977. Tropical Vegetables and their Genetic Resources. IBPGR. Rome. Harlan, J.R. Crops and Man. 2nd ed. ASA-CSSA. Madison.
- HIROSE, T. 1965. Fundamental studies on the breeding of pepper. Technical Bulletin 2. Laboratory of Olericulture, Faculty of Agriculture. Kyoto Prefectural University, Japan. 180 p.
- IBPGR. 1983. Genetic resources of *Capsicum*. IBPGR Secretarial. Rome.
- IBPGR. 1995. Descriptores para *Capsicum*. IPGRI. Roma.
- KATO, T.; TANAKA, M. 1971. Studies on the fruit setting and development of sweet peppers. I. Fruiting behavior. J. Jap. Soc. Hortic. Sci. 40: 359-366.
- NUEZ, F.; GIL, O.R.; COSTA, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 607 p.
- QUAGLIOTTI, L. 1979. Floral biology of *Capsicum* and *Solanum melongena*. *In* Kawkes, J.G.; Lester, R.N.; Skelding, A.D. (eds). The Biology and Taxonomy of the Solanaceae, Academic Press. pp. 399-419.

DETECCIÓN DEL CARBÓN DEL ARROZ, *Tilletia barclayana* (Bref) Sacc y Sydow EN PANAMÁ. 1997.

Kilmer Von Chong ¹; Armando González ²

RESUMEN

El carbón del arroz es considerado una enfermedad de menor importancia que causa mermas en rendimiento estimados en 15% (Whitney, 1992). El hongo infecta unos pocos granos en las espigas y reemplaza todo el endosperma por una masa de esporas negras. No existe información endógena sobre la presencia, incidencia y distribución del hongo en las zonas arroceras del país. Muestras de arroz colectadas en silos de las provincias centrales y Panamá se procesaron en el laboratorio de protección vegetal del IDIAP-Divisa, empleando la metodología desarrollada por Agarwal y Srivastava (1981; 1985). Se detectó *Tilletia barclayana* en 200 muestras (86.5%) del total. Las cladimiosporas (Whitney, 1992) o Teliosporas (Agarwal y col., 1989) tenía forma globosa, redondeadas con diámetros promedio de 35 μm , de color oscuro, cubiertas con espinas y entremezcladas con esporas estériles. Los resultados indican que el carbón del arroz es un problema endémico en el país. La reducción de su incidencia en los campos se logra mediante el empleo de semilla certificada libre del carbón (Agarwal y col., 1989), ya que no existe protección química efectiva durante la floración (Whitney, 1992). El Comité Nacional de Semilla debe incluir dentro de su protocolo de certificación la detección del carbón y el país exigir los niveles de infestación permisibles (0.1% semilla básica; 0.5% semilla certificada) (Agarwal y col., 1989) en la semilla importada.

¹ Ph.D. Fitopatólogo. IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idlap_div@cwpanama.net

² Agrónomo, IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: idlap_div@cwpanama.net

PALABRAS CLAVES: *Oryza sativa*; arroz; *Tilletia barclayana*; carbón del arroz; enfermedades de las plantas; Panamá.

DETECTION OF THE RICE KERNEL SMUT *Tilletia barclayana* (Bref) Sacc y Sydow IN PANAMA. 1997.

The rice Kernel Smut is considered a minor disease which caused estimated losses of 15% (Whitney, 1992). The smut infect a few kinds of the panicle and replace the endosperm by a mass of black spores. There is a lack of endogenous information related to the presence, incidence and distribution of the smut in the rice growing areas of Panama. Samples of rice and dust were collected in silo of the central provinces and Panama and were analyzed with the procedure developed by Agarwal and Srivastava (1981, 1985) in the laboratories of plant protection of IDIAP-Divisa. *Tilletia barclayana* were detected in 200 samples (85.6% of samples). The microspores (Whitney, 1992) of Teliospores (Agarwal y col., 1989) were globose, rounded with 35 μm in diameter, dark color, covered by spines and intermingle with sterile spores. This study suggests that rice Kernel smut is endemic in the country. Therefore, to reduce its incidence in sowing fields is necessary to use certificate seed, free of smut (Agarwal y col., 1989) because there is no chemical treatment available. The protocol for rice Kernel Smut detection must be included in the certification parameters of the national seed committee and established for imported seed permissible level of infestation (0.1% basic seed, 0.5% certificate seed) (Agarwal y col., 1989).

KEYWORDS: *Oryza sativa*; rice; *Tilletia barclayana*; plants diseases; Panama.

INTRODUCCIÓN

El carbón del arroz es una enfermedad considerada de menor importancia en el cultivo. El agente causal *Tilletia barclayana* se encuentra distribuido en África,

Asia, Australia y Oceanía, Europa, América del Norte y Sur y en el Caribe (Agarwal y col., 1989). La existencia del carbón del arroz en Panamá fue reportado por Whitney (1992).

Se ha reportado que esta enfermedad puede causar pérdidas en la producción, en el orden del 15% (Whitney, 1992), ya que afectan unos pocos granos, distribuidos al azar en las espigas, los cuales se caracterizan por estar parcialmente o completamente llenos de una masa de esporas negras conocidas comúnmente como clamidosporas. (Whitney, 1992) o teleosporas (Agarwal y col., 1989); los granos parcialmente invadidos pueden germinar, pero las plántulas no se desarrollan.

En los granos, las clamidosporas se observan como una masa negra, pulverulenta con forma globosa a irregularmente redondeada, algunas veces con apéndices hialinos cortos; su diámetro varía de 17-25 μm , pero pueden alcanzar los 35 μm y están cubiertas por espinas conspicuas (Whitney, 1982; Agarwal y col., 1989).

Las clamidosporas son liberadas de los granos infectados antes o durante la cosecha y contaminan los granos sanos, desechos de cosecha y suelo.

Las clamidosporas pueden vivir por un año o más, bajo condiciones normales, pero se han encontrado viables en granos almacenados hasta por tres años (Ou, 1985).

En Panamá no se tiene información sobre la presencia e incidencia de *T. barclayana* en las variedades cultivadas.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la presencia de *T. barclayana* en granos de arroz almacenados en los silos de las provincias Centrales y Chepo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en los laboratorios de IDIAP-Divisa, durante los meses de enero y febrero de 1997. Se procesaron muestras de arroz almacenado en silos de las provincias de Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé y Panamá (Chepo). En cada silo se colectaron 15 submuestras de arroz y polvo adherido a los silos con un peso de 100 gramos.

Las submuestras se mezclaron para obtener dos muestras compuestas de 750 g, colocadas en bolsas plásticas que se etiquetaron, indicando la fecha de muestreo, código, nombre de silo, localización y nombre del técnico responsable del muestreo.

En el laboratorio de protección vegetal del IDIAP se procesaron 269 muestras, empleando la metodología desarrollada por Agarwal y Srivastava (1981; 1985).

Esta metodología consiste en:

1. Colocar 1,000 g de arroz a embeber en solución de 0.2% de NaOH por 24 horas a temperatura ambiente.
2. Decantar la solución.
3. Dispersar los granos de arroz embebidos sobre papel blanco.
4. Examinar visualmente los granos.
5. Los granos infectados aparecen de color negro y los sanos de color café claro.

6. Las clamidosporas se detectan punzando los granos con una aguja.

7. Las clamidosporas negras salen de los granos infectados.

8. Las características morfológicas y dimensiones de los clamidosporas se verificaron bajo el microscopio compuesto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación permitió detectar el carbón del arroz causado por *T. barclayana* en la mayoría de las muestras analizadas (220 de 269 muestras) provenientes de las provincias centrales y Panamá. La Ing. Maybis de Obaldía de Sanidad Vegetal del MIDA reportó el carbón del arroz en muestras colectadas en silos de la provincia de Chiriquí (comunicación personal).

En las muestras procesadas se encontraron entre dos a cuatro granos invadidos por muestra de 100 granos.

Las clamidosporas del carbón tenían forma globosa, redondeadas, con diámetro promedio de 25-28 μm , de color oscuro, cubiertas con espinas entremezcladas con esporas estériles (Figura 1).

Los niveles de incidencia detectados, indicaron que el carbón se encuentra presente en todas las zonas productoras del país analizadas. Los porcentajes de incidencia de *T. barclayana* por provincia demuestran que su ocurrencia es alta, pues su presencia se detectó en un rango de 69 a 100% de las muestras analizadas y promedio de 86.5%.

CUADRO 1. PORCENTAJE DE MUESTRAS DE GRANOS DE ARROZ INFECTADAS CON *T. barclayana* POR PROVINCIA.

Provincia	Porcentaje de muestras positivas para <i>T. barclayana</i>
Veraguas	75.5
Los Santos	96.0
Coclé	80.0
Herrera	69.0
Panamá	100.0
Promedio	86.5

Los datos sugieren que el carbón del arroz es una enfermedad endémica en Panamá. Sin embargo, no podemos asegurar que las diferencias observadas en incidencia entre los silos de las provincias muestreadas, resulten del empleo de semilla certificada o en su defecto de semilla seleccionada, por los productores de cada una de ellas.

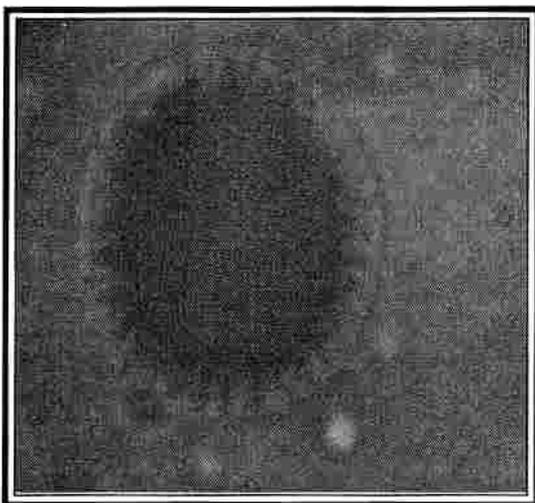
Como este patógeno se disemina principalmente por semilla, la medida más efectiva para reducir su incidencia en los campos es mediante la prevención "empleo de semilla certificada libre de carbón" (Agarwal y col., 1989), ya que no existen químicos que protejan efectivamente las espigas durante la floración (Whitney, 1992).

Es oportuno recomendar que el Comité Nacional de Semilla incluya, dentro de su protocolo de certificación, la detección del carbón, empleando la metodología utilizada en este trabajo.

El Comité Central de Certificación de Semilla de la India ha es-



**TELIOSPORAS DE
Tilletia barclayana
Y CÉLULAS
ESTÉRILES 450X.**



**TELIOSPORAS DE
*Tilletia barclayana***

tablecido como niveles permisibles de incidencia de granos invadidos 0.1% para semilla categoría básica y 0.5% en semilla certificada (Agarwal y col., 1989).

En países como India y Australia, el carbón del arroz es una enfermedad sujeta a cuarentena a pesar de haberse reportado en sus territorios.

Es recomendable que Panamá exija a los importadores certificados que indiquen la de sanidad o índices de infestación permisibles para la semilla de arroz importada.

CONCLUSIÓN

En Panamá se encuentra ampliamente distribuido el carbón del arroz *T. barclayana*.

RECOMENDACIONES

Realizar este trabajo empleando semilla básica y registrada para determinar la posible presencia y/o los niveles de incidencia de *T. barclayana*.

AGRADECIMIENTO

A todos los técnicos de Sanidad Vegetal del MIDA quienes colectaron las muestras de arroz en los silos. También a los estudiantes Luis Carlos Mejía y Carlos Herrera por su colaboración en el procesamiento de las muestras de arroz.

BIBLIOGRAFÍA

- AGARWAL, V. K.; MORTENSEN, C.N.; MATHUR, S.B. 1989. Seed Borne diseases and seed Health testing of rice. Danish Government of Seed Pathology for Developing Countries. CAB International Mycological Institute. 106 p.
- AGARWAL, V. K.; SRIVASTAVA, A. K. 1981. A simpler technique for routine examination of rice seed lots for rice bunt. Seed Technology News 11: 1-2. Bulletin of the Indian Society of seed technology.
- AGARWAL, V. K.; SRIVASTAVA, A. K. 1985. NaOH seed soak method for routine exami-

nation of rice seed lots for rice bunt. Seed Research 13: 159.

OU, S.H. 1985. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew England.

WHITNEY, N.G. 1992. Kernel Smut. *In* Compendium of Rice Diseases. Webster, R. K.; Gunnell, P.S. (eds.) A.P.S. Press. 62 p.

IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO DE LA BACTERIOSIS DEL FOLLAJE DEL ARROZ EN PANAMÁ.¹ 1999.

***Kilmer Von Chong*¹; *Denise Broce*²; *Diana Rodríguez*³; *Johanna Vargas*⁴**

RESUMEN

Durante el segundo semestre de 1999 se caracterizaron e identificaron los agentes causales de la bacteriosis del follaje del arroz en los laboratorios de IDIAP – Divisa. La gran variabilidad en la intensidad de daño y en la sintomatología ha llevado a confundirlos con las causadas por hongos o deficiencias de nitrógeno. Las muestras colectadas en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé y Panamá se clasificaron con base a su sintomatología y se identificaron las cepas bacteriales en género y especies de acuerdo a sus características morfológicas, reacción a pruebas bioquímicas e inmunoenzimáticas (ELISA). La sintomatología observada es causada por un complejo de cuatro especies bacteriales del género *Pseudomonas* y dos especies del género *Xanthomonas*. En el follaje, la incidencia de las especies de *Xanthomonas* fue superior a la de las especies de *Pseudomonas* y ambos géneros se encuentran presentes en todas las áreas arroceras del país. En la población bacteriana se detectó la presencia de bacterias gram (-) que no pertenecen a las especies identificadas. La sintomatología no representa un buen criterio para establecer diferencias entre géneros bacteriales. El diagnóstico basado en pruebas de laboratorio es la mejor herramienta para identificar el género y especies bacteriales.

¹ Ph.D. Fitopatólogo. IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e:mail: idiap_div@cwpanama.net

² Lic. en Biología con especialización en Microbiología Fac. CNEyT.

³ Lic. en Biología con especialización en Microbiología Fac. CNEyT.

⁴ Lic. en Biología con especialización en Microbiología Fac. CNEyT.

PALABRAS CLAVES: *Oryza sativa*; arroz; bacteriosis; *Pseudomonas*; *Xanthomonas*; identificación; etiología; Panamá.

IDENTIFICATION OF THE ETIOLOGICAL AGENT OF THE FOLIAR BACTERIAL DISEASES OF RICE IN PANAMA. 1999.

The causal agents of rice foliar bacterial diseases in Panama were identified based on symptomalogical and morfological characteristics of the bacterium and its colonies; biochemical reaction and inmunoenzimatic test (ELISA). The rice foliar bacterial caused a variety of damage and symptoms which were confused with thus caused by nitrogen deficiency and fungi. The samples were collected in the provinces of Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Cocolé and Panama. The foliar rice bacterial diseases are caused by a complex of four especies of the genus *Pseudomonas* and two species of the genus *Xanthomonas*. The incidence of isolates belonging to the genus *Xanthomonas* were higher than the isolates of *Pseudomonas*; and both are present throught the rice producing areas of the country.

KEYWORDS: *Oryza sativa*; rice; bacterial diseases; *Pseudomonas*; *Xanthomonas*; identification; etiology; Panama.

INTRODUCCIÓN

En el país, la bacteriosis del follaje del arroz se ha convertido en un problema endémico de importancia económica, que causa síntomas diversos y variabilidad en la intensidad de daño.

En el arroz la bacteriosis afecta todos los órganos de la planta granos, espiguillas, hojas, vainas y corona del tallo.

La bacteriosis del arroz es causada por tres géneros de bacterias: *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. La pudrición de la

corona y el manchado marrón bacterial de la patea son causados respectivamente por *Erwinia chaysanthemi* (Agarwal y col., 1989); y *Erwinia herbicola* (Aze-gamik y col., 1983).

El fuego bacterial del arroz y el rayado bacterial son causados por *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* y *Xanthomonas oryzae* pv *oryzicola* (Agarwal y col., 1989; Swing y col., 1990).

La pudrición de la vaina, la pudrición del grano, el rayado bacterial y la pudrición café de la vaina son causados respectivamente por: *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Van Hall); *Pseudomonas glumae* (Kurita; Tabei); *Pseudomonas avenae* (Manns) y *Pseudomonas fuscovaginae* (Miyajima Tani y Akita) (Ziegler y Alvarez, 1990).

Algunos de los síntomas de la bacteriosis pueden asociarse a los causados por infecciones fungosas o a deficiencias de nitrógeno. Los productores y técnicos, guiándose por esta sintomatología, han realizado aplicaciones de fungicidas y

de fertilizantes nitrogenados sin lograr la corrección del problema. Por el contrario, esta práctica ha favorecido no sólo el incremento de los costos de producción al aumentar el número de aplicaciones y agroquímicos, sino también el incremento significativo en las mermas en calidad y cantidad de las cosechas.

Se hace necesario el uso de métodos de diagnósticos rápidos y confiables, para determinar la etiología de la bacteriosis del follaje del arroz.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la etiología de la bacteriosis asociada al follaje del arroz, mediante el empleo de técnicas inmunoenzimáticas (ELISA), pruebas bioquímicas y características morfológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en los meses de julio a diciembre de 1999, en los laboratorios de IDIAP, Sanidad Vegetal y Comité

Nacional de Semilla ubicados en Divisa.

Las muestras estudiadas se colectaron en un mínimo de seis (6) y un máximo de nueve (9) fincas de las provincias de Chiriquí (Guarumal – Alanje) Veraguas (Suai – Sona – La Candelaria – Pueblo Nuevo); Los Santos (Tonosí), Herrera (Rincón de Santa María – Instituto Nacional de Agricultura – Misión China); Coclé (El Caño – Río Grande – Las Guabas – Juan Hombrón – Río Hato) y Panamá (Juan Díaz – Pacora – Chepo).

Las muestras se clasificaron de acuerdo con los síntomas observados (puntitos cloróticos húmedos, amarillamiento, anaranjamiento, necrosis de márgenes y puntas, manchas café y tizón chocolate. Estos daños pueden ser producidos por insectos y por algunos hongos, se descartó esta posibilidad.

La confirmación de la presencia de bacterias en las hojas colectadas se realizó mediante la prueba de flujo bacterial bajo el

microscopio compuesto. Las muestras foliares se sometieron a lavado bajo chorro de agua del grifo por 30 minutos, luego se cortaron en trozos de 3 mm² y se maceraron en morteros con 1ml de agua estéril.

El extracto de hojas se estrió en los medios King B. enmendada con factor de crecimiento y penicilina G y luego se incubaron a 30 °C por 48 horas (Ziegler y Alvarez, 1988). Las diferentes colonias fueron transferidas a platos nuevos, para lograr cultivos puros. Las características morfológicas de las colonias tales como: color, forma, apariencia, fluorescencia, prueba de gram y formas de las bacterias se establecieron para las diferentes colonias con 24 horas de crecimiento (Ziegler y Alvarez, 1988).

Se determinaron las características bioquímicas de los aislamientos empleando los medios diferenciales más importantes.

Para los patovares de *Xanthomonas oryzae* se recomiendan las pruebas: utilización de almidón – gelatina, producción de acetona y

sensibilidad al nitrato cúprico, (Webster y Gunnel, 1992; Agarwal y col., 1989). Para identificar las especies de *Pseudomonas* se recomiendan las pruebas: utilización de arginina, sucrosa, producción de H₂S y oxidasa (Ziegler y Alvarez, 1988).

La prueba ELISA se utilizó para caracterizar los aislamientos de *Pseudomonas fuscovaginae* y *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*.

Se determinó la patogenicidad de los aislamientos identificados, inoculando suspensiones bacteriales de los diferentes aislamientos con 24 horas de crecimiento, mediante inyección, a una pulgada del cuello de los plantones de arroz con 21 días de germinados.

Las lecturas de la prueba de patogenicidad se realizaron a los 15 días después de la inoculación, considerándose como positiva la presencia de síntomas necróticos partiendo del punto de inyección hacia arriba (Agarwal y col., 1989).

Los aislamientos se clasificaron empleando los resultados de las

reacciones a las pruebas bioquímicas reportados para los géneros y especies de *Pseudomonas* y *Xanthomonas* que afectan al arroz.

Finalmente, se compararon los promedios de las poblaciones de aislamientos identificados como pertenecientes a los géneros *Xanthomonas* y *Pseudomonas* mediante la prueba "t" Student.

RESULTADOS

Los aislamientos bacteriales del follaje obtenidos por provincias se identificaron clasificaron como: *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas avenae*, y *Pseudomonas glumae*, *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*, *Xanthomonas oryzae* pv *oryzicola* mediante sus características morfológicas, pruebas bioquímicas y ELISA (Cuadros 1 y 2).

Los aislamientos de *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* se detectaron en 53.91% de las muestras, *Pseudomonas fusco-*

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS E INMUNOLÓGICAS DE LOS AISLAMIENTOS POR ESPECIES.

Almidón	Gelatina	Producción de acetona	Sensibilidad al nitrato cupríco	Elisa X _{co}	Especie	Total
-	-	-	+	+	<i>Xanthomonas oryzae pv oryzae</i>	117
+	+	+	-	-	<i>Xanthomonas oryzae pv oryzicola</i>	11
Arginina	Sucrosa	H ₂ S	Oxidasa	Elisa Pf	Especie	Total
+	-	+	+	+	<i>Pseudomonas</i>	40
-	+	-	-	-	<i>Fuscovagina</i>	16
-	-	-	+	-	<i>Pseudomonas syringae</i>	3
+	-	-	-	-	<i>Pseudomonas avenae</i>	2
					<i>Pseudomonas glumae</i>	
					No identificadas	
+	+	-	+	-	Cd ₁	8
-	+	-	+	-	Cd ₂	2
-	+	-	+	-	Cd ₃	3
+	+	+	+	-	Cd ₄	3
+	-	+	-	-	Cd ₅	3
-	-	+	-	-	Cd ₆	2
-	-	+	+	-	Cd ₇	7

Cd = cepas desconocidas

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS AISLAMIENTOS POR ESPECIE.

Color	Características de la Colonia						Total de aislamiento
	Forma	Apariencia	Fluorescencia	Gram	Forma de bacteria	Especie	
Blancas a café claro	Circular	Lisa	+	-	Bacilar	<i>Pseudomonas fuscovaginae</i>	61
Blanquecinos márgenes traslúcidos	Circular	Entera	+	-	Bacilar	<i>Pseudomonas syringae</i>	20
Crema	Circular	Enteras elevadas	-	-	Bacilar	<i>Pseudomonas avenae</i>	5
Blancos	Circular	Enteras elevadas	-	-	Bacilar	<i>Pseudomonas gluriae</i>	3
Amarillas	Circular	Mucoides	-	-	Bacilar	<i>Xanthomonas oryzae</i> <i>pv oryzae</i>	117
Blanquecinos al principio más tarde amarillas	Circular	Mucoides	-	-	Bacilar	<i>Xanthomonas oryzae</i> <i>pv oryzaicola</i>	11
Total							217

vaginae en 18.43%; *Pseudomonas syringae* en 7.37%; *Xanthomonas oryzae* pv *oryzicola* en 5.06%; *Pseudomonas avenae* en 1.38%; *Pseudomonas glumae* en 0.92% y, además, un 12.9% de cepas desconocidas (Cuadro 3).

En las hojas analizadas con síntomas descritos como puntos húmedos cloróticos, amarillamientos, anaranjamientos, necrosis de márgenes y puntas, manchas café y tizón chocolate se detectó el complejo de especies reportadas de *Pseudomonas* y *Xanthomonas*.

La prueba de patogenicidad permitió establecer que todos los aislamientos identificados indujeron síntomas necróticos en los tallos inoculados (Cuadro 4).

La comparación de los promedios poblacionales de *Xanthomonas* y *Pseudomonas* permitió detectar que, a nivel nacional y en las provincias de Chiriquí, Los Santos y Herrera predomina en el follaje el género *Xanthomonas* al 95% de significancia y que no exis-

ten diferencias entre los promedios poblacionales de los *Pseudomonas* y *Xanthomonas* en las muestras foliares de las provincias de Veraguas, Coclé y Panamá (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

La caracterización de los géneros bacteriales detectados en el follaje del arroz permitió establecer que los síntomas observados son causados por un complejo de especies de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas*.

La diversidad de síntomas y la gran variabilidad en la intensidad de daños observados puede ser el resultado directo de la interacción entre el complejo de especies de los géneros reportados, las condiciones ambientales predominantes en las zonas de producción y los materiales genéticos cultivados.

Además, el complejo de especies de *Pseudomonas* y *Xanthomona* puede actuar en forma sinergista y reducir significativamente el área fotosinté-

ticamente activa de las plantas y, por ende, disminuir la capacidad productiva.

La mayor incidencia de *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* y *Pseudomonas fuscovaginae* en el follaje indican que estas especies son las responsables directas de los síntomas observados (Mew, 1992, citado por Webster y Gunnell, 1992); y que las otras especies de *Pseudomonas* y *Xanthomonas* se encuentran asociadas epifíticamente al follaje (Agarwal y col., 1989), ya que éstas se especializan en inducir síntomas en plántulas, vainas y granos.

La detección de un complejo de especies bacteriales en el follaje descalifica el empleo de los síntomas como una herramienta útil para identificar el /o los géneros causales de las bacteriosis. Estos resultados coinciden con los reportados por Cottyn y col. (1996) quienes establecieron que los síntomas causados por las especies patogénicas asociados al complejo de la pudrición de la vaina y al síndrome del manchado del grano son indistinguibles ba-

sados en la sintomatología solamente.

Paralelamente, la prueba de patogenicidad permitió confirmar los hallazgos de Cottyn y col. (1996), quienes observaron solamente la generación de síntomas necróticos en los tejidos inoculados y no de los diversos síntomas observados en el follaje y empleados para realizar los aislamientos.

La presencia de un 12.9% de aislamientos no identificados, conjuntamente con los clasificados, es explicado por Cottyn y col. (1996) como pertenecientes a otras especies saprófitas facultativas de *Pseudomonas* u otros géneros de bacterias Gram (-), cuyo papel no es bien conocido en el desarrollo de las enfermedades, pero que pueden participar junto con cepas patogénicas en la inducción de síntomas.

Siguiendo a la identificación del o/los agentes etiológicos de la bacteriosis asociada al follaje del arroz, así como la comprobación de su amplia distribución en el país podemos decir que los esfuerzos

CUADRO 3. GÉNEROS Y ESPECIES DE BACTERIAS CAUSALES DEL SÍNDROME BACTERIAL DEL FOLLAJE DEL CULTIVO DEL ARROZ POR PROVINCIA. 1999.

Provincias	<i>P. avenae</i>	<i>P. glumae</i>	<i>P. fuscovirgatae</i>	<i>P. syringae</i>	<i>X.o. pv oryzae</i>	<i>X.o.pv oryzicola</i>	No identificados	Total
Coclé	0	0	9	1	22	1	4	37
Chiriquí	0	0	5	4	15	3	6	33
Herrera	0	2	9	6	27	3	3	50
Los Santos	1	0	10	0	25	2	8	46
Panamá	0	0	6	2	12	2	2	24
Veraguas	2	0	1	3	16	0	5	27
Total	3	2	40	16	117	11	28	217
X	0.056	0.044	0.888	0.355	2.6	0.244	0.622	
Porcentaje	1.38	0.92	18.43	7.37	53.91	5.06	12.9	

CUADRO 4. INCIDENCIA DE ESPECIES BACTERIALES POR SÍNTOMAS Y PATOGENICIDAD.

Síntomas	<i>Xanthomonas</i>	<i>Pseudomonas</i>	Patogenicidad
Puntitos cloritos húmedos	<i>X.o. pv. Oryzae</i>	<i>P. fuscovaginae</i>	+
	<i>X.o. pv. Oryzicola</i>	<i>P. syringae</i> <i>P. avenae</i>	
Amarillamiento	<i>X.o. pv. Oryzae</i>	<i>P. fuscovaginae</i>	+
	<i>X.o. pv. Oryzicola</i>	<i>P. syringae</i> <i>P. avenae</i>	
Anaranjamiento	<i>X.o. pv. Oryzae</i>	<i>P. fuscovaginae</i>	+
	<i>X.o. pv. Oryzicola</i>	<i>P. syringae</i> <i>P. avenae</i>	
Necrosis en los márgenes y puntas	<i>X.o. pv. Oryzae</i>	<i>P. fuscovaginae</i>	+
	<i>X.o. pv. Oryzicola</i>	<i>P. syringae</i> <i>P. glumae</i>	
Tizon chocolate	<i>X.o. pv. Oryzae</i>	<i>P. fuscovaginae</i>	+
Mancha café	<i>X.o. pv. Oryzae</i>	<i>P. fuscovaginae</i>	+

CUADRO 5. PROMEDIOS DE INCIDENCIA DE LOS AISLAMIENTOS DE Pseudomonas Y Xanthomonas ESTIMADAS MEDIANTE LA PRUEBA t STUDENT (95% DE SIGNIFICANCIA) A NIVEL NACIONAL Y PROVINCIAL.

NIVEL	PROMEDIO <i>Pseudomonas</i>	PROMEDIO <i>Xanthomonas</i>	T. CALCULADA	T. TABULADA	HIPOTESIS
Nacional	1.35	2.84	-11.92	1.677	$H_a: \mu_p \neq \mu_x$
Coclé	1.42	3.28	1.38	1.94	$H_o: \mu_p = \mu_x$
Chiriquí	1.28	2.57	-2.30	1.94	$H_a: \mu_p \neq \mu_x$
Herrera	2.12	3.75	-2.20	1.90	$H_a: \mu_p \neq \mu_x$
Los Santos	1.22	3	2.02	1.86	$H_a: \mu_p \neq \mu_x$
Panamá	1.14	2.00	1.11	1.94	$H_o: \mu_p = \mu_x$
Veraguas	0.85	2.28	-1.42	1.94	$H_o: \mu_p = \mu_x$

Nota: T calculada = t de student calculada;

T tabulada = t de student tabulada;

μ_p = Medias de *Pseudomonas*

H_a = Hipótesis alternativas

H_o = Hipótesis nula

μ_x = Medias de *Xanthomonas*

en mejoramiento genético se deben dirigir al complejo bacterial reportado para el cultivo del arroz, en vez de sólo introducir resistencia para las especies *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* y *Pseudomonas fuscovaginae*.

Finalmente, en la certificación de semilla se deben considerar como patógenos transmitidos por semilla los patovares de *Xanthomonas oryzae* reportados aquí y las especies de *Pseudomonas*: *syringae*, *avenae* y *glumae*.

CONCLUSIONES

- Las especies de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas* se encuentran presentes en todas las áreas de producción arroceras del país.
- La etiología de la bacteriosis del follaje del arroz es causada por el complejo bacterial conformado por *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae*, *Pseu-*

domonas avenae, *Pseudomonas glumae*, *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*, *Xanthomonas oryzae* pv *oryzicola*.

- No se puede establecer la etiología de la bacteriosis del follaje del arroz con base en los síntomas solamente.
- La frecuencia de detección de los aislamientos de las especies del género *Xanthomonas* en el follaje es mayor comparada los de las especies del género *Pseudomonas*.
- En la población de bacterias aisladas se detectó la presencia de bacterias Gram -, que no pertenecen a las especies y géneros identificados.

RECOMENDACIONES

Emplear biotécnicas como PCR para corroborar los resultados obtenidos en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- AGARWAL, P.C.; MONTESEN, C.N.; MATHUR, S.B. 1989. Seed borne diseases and health testing of rice. Phytopathological. CAB. International Mycological Institute N°30. pp. 58-88.
- AZEGAMI, K.; OZAKI, K.; MATSUDA, A.; OHATA, K. 1983. Bacterial palea browning, a new disease of rice caused by *Erwinia herbicola*. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. Ser. C. 37: 1-12.
- CIVEROLO, R.L.; FAN, F. 1982. *Xanthomonas campestris* pv. *citri* detection and identification by enzyme linked immuno-sorbent assay. Plant disease 66: 231-236.
- COTTYN, B.; VAN OUTRYNE, M.F.; CEREZ, M.T.; DECLEENE, M.M.; SWINGS, J.; MEW, T.W. 1996. Bacterial diseases of rice. II. Characterization of pathogenic bacteria associated with rot complex and grain discoloration of rice in the Philippines. Plant Disease 80: 438-445.
- JONES, R.K.; BARNES, L.W.; GONZÁLEZ, C.F.; LEACH, J.E.; ALVAREZ, A.M.; BENE-DICT, A.A. 1989. Identification of low – virulence strains of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* from rice in the United States. Phytopatology 79: 984-990.
- LOZANO, J.P. 1977. Identification of bacterial leaf blight in rice caused by *Xanthomonas oryzae* in America. Plant Disease Report 61: 644-648.
- SWING, J.; VAN der MOOTER, M.; VAUTERIN, L.; HOSTE, B.; GILLIS, M.; MEW, T.W.; KERSTERS, K. 1990. Re-classification of the causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex ISHIYAMA 1992) sp. nov. nom.rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 40: 309-311.

- WEBSTER, R.K.; GUNNEL, P.S. 1992. Compendium of rice diseases. American Phytopathological Society Press: 1-10.
- XIE, G.L.; MEW, T.W. 1998. A leaf inoculation method for detection of *Xanthomonas oryzae* pv *oryzicola* from rice seed. Plant Disease 82: 1007-1011.
- ZIEGLER, R.S.; ALVAREZ, E. 1985. A differential culture medium for *Pseudomonas* species causing sheat rot and grain discoloration of rice. Centro de Investigaciones Agrícolas Tropicales (CIAT). Cali, Colombia.
- ZIEGLER, R.S.; ALVAREZ, E. 1988. *Pseudomonas* spp. causing sheat rot of rice in Latin America. In Proceeding of the 5th Int. Congress of Plant Pathology, Kioto, Japan.
- ZIEGLER, R.S.; ALVAREZ, E. 1990. Characteristics of *Pseudomonas* spp. causing grain discoloration and sheat rot of rice and associated. *Pseudomonad epiphytes*. Plant Disease 79: 917-922.

LA INCIDENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA NECROSIS RAYADA DEL ARROZ (RSNV) EN PANAMÁ. 2000.

Kilmer Von Chong¹; Lessiel M. Núñez²; Armando González³

RESUMEN

La incidencia y distribución de la necrosis rayada del arroz (RSNV) se realizó a través del análisis de muestras con síntomas típicos de la enfermedad durante el segundo semestre del 2000 en los laboratorios de IDIAP y Sanidad Vegetal del MIDA. Las muestras obtenidas en zonas productoras de las provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé y Panamá, se analizaron mediante la detección en las raíces de los cistosoros del hongo vector y la técnica DAS-ELISA. Los resultados indican que la enfermedad está presente en todas las provincias muestreadas. La comparación de las medias de muestras con presencia en las raíces de los cistosoros del hongo y reacción positiva a la técnica ELISA mediante la prueba "t" student indica que no existen diferencias estadísticas entre ellas, al 1% de probabilidad. El diagnóstico del RSNV a través de la detección de las estructuras de resistencia del hongo vector es igual de confiable a la técnica ELISA.

PALABRAS CLAVES: *Oryza sativa*; arroz;; enfermedades de las plantas; virosis; RSNV.

¹ Ph.D. Fitopatólogo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e:mail: idiap_div@cwpanama.net

² Ing. Agrónomo. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias de Panamá (FCAP).

³ Agrónomo. IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e: mail: idiap_div@cwpanama.net

INCIDENCE AND DISTRIBUTION OF THE RICE STRIPE NECROSIS VIRUS (RSNV) IN PANAMA. 2000.

The incidence and distribution of the rice Stripe Necrosis Virus (RSNV) has carried out through the analysis of samples with typical symptoms of the "entorchamiento" during the second semester of the 2000 in the laboratories of IDIAP and plant protection of MIDA. The samples obtained in rice producing areas of Chiriqui, Veraguas, Herrera, Los Santos, Cocle and Panama, were analyzed by detection of cistosomes of the fungal vector and DAS – ELISA test. The results indicate that the disease is present in all rice growing areas sampled. The comparison of mean samples with the presence of cistosomes in the roots and the samples with positive reaction to ELISA test by means of the "t" student test indicates that statistical differences don't exist among them to 99% of probability. The diagnosis of the RSNV through the detection of the structures of resistance of the fungal vector is reliable as the ELISA test.

KEY WORDS: *Oryza sativa*; rice; plant diseases; virosis; RSNV.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad conocida como necrosis rayada del arroz, de origen viral, fue reportada en Panamá en mayo de 1999 (Von Chong, 1999). Se caracteriza por la muerte de plántulas, deformación severa, clorosis y rayado clorótico en la base de las hojas.

La necrosis rayada del arroz fue descrita por primera vez en Costa de Marfil (Louvel y Bidaux, 1977) como "Rice crinkling disease". Fauquet y Thouvenel

(1983) demostraron la asociación de esta enfermedad a un agente viral y propusieron nombrarla como "Rice stripe necrosis virus" (RSNV).

El RSNV fue incluido en el grupo de los Furovirus (Brunt y Richards, 1989) los cuales son transmitidos por hongos parásitos obligados del suelo, pertenecientes al orden de los Plasmodiophorales (Karling, 1968). Morales y col. (1999) ubican el RSNV como una nueva especie del género Benyvirus. El RSNV es transmitido por el hongo *Polymyxa graminis* (Morales y col., 1995).

Teakle (1983) indica que los furovirus son transmitidos por el hongo vector en forma persistente, debido a que el virus puede sobrevivir hasta por 12 años (PMTV) dentro de los cistosoros en suelo seco. Los cistosoros son cuerpos globulares de resistencia capaces de permanecer viables por períodos superiores a 10 años asociados a residuos de cosecha infectados o a raíces de gramínea hospederas (Morales, 1998).

Fauquet y Thouvenel (1983) también reportaron que el virus es transmitido por inoculación mecánica, pero no por semilla (Morales y col., 1999). Slykhuis y Barr (1978) y Nolt y col. (1981) reportaron que el RSNV se disemina en suelos que contengan el hongo vector, transportado en la maquinaria, botas, herramientas, animales, agua de riego y escorrentía.

La necrosis rayada del arroz se puede manifestar tanto en el sistema de arroz de riego como de secano, pero su incidencia es mayor en suelos franco-arenoso (Morales, 1998).

Las epidemias del entorchamiento se establecen bajo condiciones de períodos cortos de lluvias alternados con períodos largos de sequías y cuando las siembras se suceden una tras otras (Fauquet y col., 1988).

Morales (1998) reportó que las pérdidas en producción, en Colombia, se estimaron entre 20-40%; sin embargo, éstas pueden variar de acuerdo al régimen de lluvias, siendo mayores en años con períodos secos y períodos de lluvia menores de lo normal.

El diagnóstico del benyvirus de la necrosis rayada del arroz se ha realizado mediante la técnica inmunoenzimática ELISA, microscopio electrónico, PCR (DNA Ribosomal del hongo vector) y detección de los cistosoros del hongo vector en las raíces (Morales y col., 1999) mediante el microscopio de luz.

El entorchamiento del arroz se reportó por primera vez en las provincias de Coclé (Antón); Panamá (Pacora, Juan Díaz); Veraguas (Mariato) y Los Santos (Tonosí); se

sospecha que está presente en otras zonas productoras de arroz. Es necesario identificar las localidades afectadas por la enfermedad e implementar estrategias de exclusión en las áreas libres.

Este trabajo tiene como objetivos, determinar la incidencia y distribución geográfica de la necrosis rayada del arroz en Panamá y comparar los resultados del diagnóstico del entorchamiento mediante la detección de cistososoros del hongo vector en las raíces y la prueba de ELISA. La hipótesis evaluada planteó la similitud de los resultados entre los métodos de diagnóstico $H_0: \mu_1 = \mu_2$.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta actividad se realizó durante el segundo semestre del año 2000, en los Laboratorios de Fitopatología del IDIAP, Sanidad Animal del MIDA en Divisa y Sanidad Vegetal del MIDA en Tocumen. Las muestras de plantas con síntomas típicos del benyvirus de la necrosis rayada del arroz se colectaron en parcelas con estadio fenológico entre estado de plántula y macollamiento. Se transportaron en bolsas plásticas, debidamente identificadas por localidad y fecha de colecta. Las muestras analizadas fueron colectadas en áreas productoras de arroz de las provincias de Chiriquí, Veraguas, Los Santos, Colón, Panamá, Herrera y Coclé.

Las zonas arroceras muestreadas fueron:

Provincia	Ubicación	Nº Muestras
Chiriquí	Remedios, Chiriquí	6
Veraguas	Sur de Soná, San Francisco, Río de Jesús	19
Los Santos	Tonosí	9
Colón	Sabanitas	2
Panamá	Chepo (Tortí)	5
Herrera	Santa María	2
Coclé	El Rosario, El Guineo	4

Las muestras con síntomas típicos del entorchamiento se procesaron de la siguiente forma:

* Cada muestra fue sometida a lavado de su sistema radicular con abundante agua bajo el grifo.

* El sistema de raíces fue examinado bajo el microscopio de disección.

* Raíces con lesiones fueron montadas en placas porta objetos con lactofenol azul para la detección de los cistosoros del hongo vector bajo el microscopio compuesto.

* Las plantas con presencia de cistosoros en las raíces y síntomas típicos de entorchamiento se secaron en Sílica gel y se almacenaron en refrigeración en bolsas de celo fán.

* Las plantas que dieron positivo a la presencia de cistosoros en las raíces, se analizaron mediante la prueba DAS-ELISA empleando 0.01 g de tejido foliar distorsionado y gamma globulina preparados por CIAT-Colombia.

Los datos de incidencia del entorchamiento se utilizaron para ubicar por provincias las áreas afectadas por la enfermedad. Adicionalmente, se compararon mediante la prueba "t" student empleando el paquete de análisis estadístico para computadoras SAS y mediante cálculo manual las medias poblacionales de muestras con presencia de las estructuras de resistencia del hongo vector (cistosoros) y las medias poblacionales de muestras positivas a la prueba de ELISA. Además, se efectuó un análisis de regresión entre el número de muestras detectadas como positivas empleando ELISA y la presencia de cistosoros.

RESULTADOS

La investigación permitió detectar la presencia de la necrosis rayada del arroz, en todas las provincias productoras de arroz mecanizado con la excepción de las provincias de Bocas del Toro y Darién, que no fueron muestreadas (Figura 1).

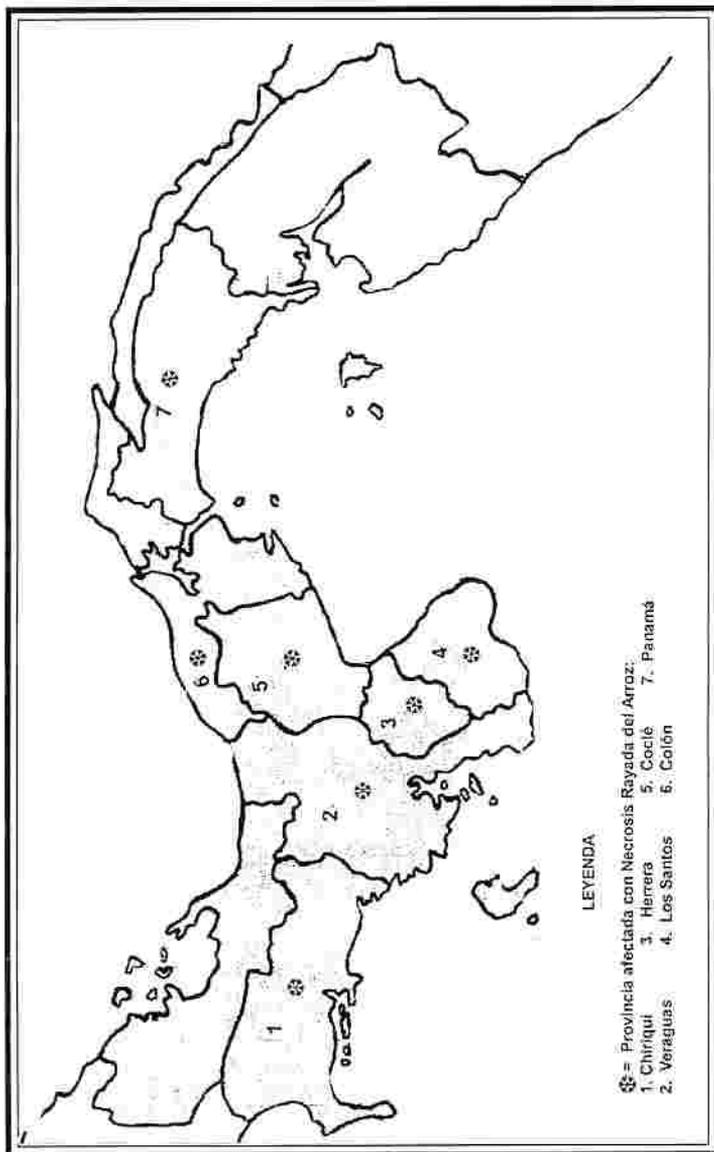


FIGURA 1. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA NECROSIS RAYADA DEL ARROZ POR PROVINCIA.

En las 47 muestras con síntomas típicos de la enfermedad, colectadas en las principales provincias productoras del país, se detectó la presencia de las estructuras de resistencia (cistosoros) en las raíces de las plantas. La prueba ELISA permitió comprobar la presencia del benyvirus de la necrosis rayada en 66% de las muestras (Cuadro 1).

La comparación de la media de las muestras que dieron positivo a la presencia de cistosoros en las raíces, en relación a las muestras detectadas como

positivo a la prueba ELISA, mediante la "t" student permitió establecer que no existen diferencias estadísticas entre ambos métodos de diagnóstico [$t_{c_{calculada}} (0.894) < t_{tabla} (1.94)$]; se aceptó $H_0: \mu_1 = \mu_2$] (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

La detección de la necrosis rayada del arroz en todas las provincias productoras de arroz, 14 meses después de su reporte oficial, indica que la enfermedad debió entrar al país dos a tres años

CUADRO 1. NÚMERO DE MUESTRAS COLECTADAS CON PRESENCIA DE CISTOSOROS EN LAS RAÍCES Y REACCIÓN POSITIVA A LA PRUEBA ELISA.

Provincia	Total Muestras	Muestras con Cistosoros	Muestras (+) ELISA
Chiriquí	6	6	4
Veraguas	19	19	11
Herrera	2	2	2
Coclé	4	4	3
Colón	2	2	1
Panamá	5	5	5
Los Santos	9	9	5
Total	47	47	31

CUADRO 2. ANÁLISIS DE LOS PROMEDIOS POBLACIONES DE LAS MUESTRAS CON PRESENCIA DE CISTOSOROS EN LAS RAÍCES Y REACCIÓN POSITIVA A LA PRUEBA ELISA MEDIANTE LA PRUEBA "t STUDENT".

Provincia	Presencia Cistosoros X	Reacción positiva a ELISA Y	X ²	Y ²
Chiriquí	6	4	36	16
Veraguas	19	11	361	121
Herrera	2	2	4	4
Coclé	4	3	16	9
Colón	2	1	4	1
Panamá	5	5	25	25
Los Santos	9	5	181	25
Ex	47	31	527	201
X	6.71	4.42		

$$\bar{EX}^2 = \underline{211.4}$$

$$EY^2 = \underline{63.7}$$

$$F_{\text{calculada}} = \frac{211.4}{63.7} = 3.31$$

$$F_{\text{tabulada}} = 4.28 \quad Fc < Ft; \text{ Ho } S^2_1 = S^2_2$$

$$SD\bar{x} = \underline{2.559}$$

$$t_{\text{calculada}} = \underline{0.894}$$

$$T_{\text{tabulada}} \text{ 1\%, g.l:6} = \underline{1.94}$$

Se acepta Ho: $\mu_x = \mu_y$

CUADRO 3. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS CON PRESENCIA DE CISTOSOROS EN LAS RAÍCES Y REACCIÓN POSITIVA A LA PRUEBA ELISA.

Provincia	Cistosoros X	ELISA Y	X ²	Y ²	XY
Chiriquí	6	4	36	16	24
Veraguas	19	11	361	121	209
Herrera	2	2	4	4	4
Coclé	4	3	16	9	12
Colón	2	1	4	1	2
Panamá	5	5	25	25	25
Los Santos	9	5	181	25	45
Ex	47	31	527	201	321
X	6.71	442			

$$S_{xx} = 527 - \frac{(47)^2}{7} = 211.42$$

$$S_{yy} = 201 - \frac{(31)^2}{7} = 63.71$$

$$S_{xy} = 321 - \frac{(47 \times 31)}{7} = 112.85$$

Coefficiente de determinación: (muestra adecuación del modelo lineal a los datos observados).

$$r^2 = \frac{(112.85)^2}{(211.42)(63.71)} = \frac{12735.12}{13469.56} = 0.945$$

$$r = 0.972$$

$$t_c = \frac{0.972 \sqrt{7-2}}{\sqrt{1-0.972}} = \frac{2.173}{0.167} = 13.01$$

$$t = \frac{0.5}{2} (7-2 \text{ gl}) = 2.571$$

$t_c > t_f$ rechazo H_0
 $H_0: p=0$
 Acepta $H_a: p \neq 0$

Existe relación entre la presencia de cistosoros y los resultados de la prueba ELISA

Análisis de Regresión

$$SC_{\text{regresión}} = \frac{(112.85)^2}{211.42} = 60.236$$

$$SC_{\text{total}} = 63.71$$

$$SC_{\text{residual}} = 63.71 - 60.236 = 3.47$$

$F_c > F_{1,01}$ existe significancia, rechazamos H_0
 $H_0: B=0$

Concluimos que el efecto de la presencia de cistosoros en las raíces sobre la sensibilidad de ELISA es impactante.

Ecuación de predicción

$$\hat{Y}_i = a + b(x_i)$$

$$a = \hat{Y} - \frac{(s_{xy})}{(s_{xx})} (\bar{X}) = 4.42 - (0.53) 6.71 = 0.85$$

$$b = \frac{s_{xy}}{s_{xx}} = \frac{112.85}{211.42} = 0.53$$

$$Y_i = 0.85 + 0.53(x_i)$$

antes de su reporte oficial. Además, sugiere que su diseminación, a partir del área de origen, se realizó principalmente a través de grano contaminado empleado como semilla y luego, localmente a través de otros medios como en maquinaria, herramientas, implementos, agua de escurrimiento, entre otros.

La ausencia de diferencias estadísticas significativas entre las medias muestrales de plantas con síntomas típicos de entorchamiento, con cistosoros en las raíces y las medias muestrales con reacción positiva a la prueba ELISA, sugiere que ambas pruebas permiten diagnosticar la necrosis rayada del arroz, siempre y cuando se analicen muestras con los síntomas típicos de la enfermedad. Esto se debe, principalmente, a que la enfermedad es de origen viral y a que el virus solo puede infectar a su hospedero en la naturaleza a través de su hongo vector; además, tanto el virus como su vector son parásitos obligados, que sólo pueden vivir activamente dentro de células vivas del hospedero.

La existencia de un menor número de muestras que dieron positivo a la prueba ELISA, comparada con el número de muestras con cistosoros en las raíces, se debe a que ELISA exige la optimización de las concentraciones del anticuerpo de sensibilización y del anticuerpo conjugado a través de una prueba de titulación (Converse y Martín, 1990). Sumado al hecho de que los virus pueden encontrarse irregularmente distribuidos a través de la planta, especialmente en plantas perennes (Converse y Martín, 1990).

En nuestro caso, las diferencias en concentración del virus RSNV se da entre las mismas plantas analizadas, debido a que, para realizar la prueba ELISA se requiere previamente efectuar una prueba de titulación para identificar la dilución óptima, tanto del anticuerpo de sensibilización como del anticuerpo conjugado, para determinar el valor de absorvancia a emplearse como referencia positiva o negativa. Este valor o rango de valores se mantiene constante, para discriminar entre muestras con valores de absorvancia inferior-

res y los que superan el valor de referencia.

Este hecho establece que toda muestra con concentraciones de virus muy altas o muy bajas serían consideradas como negativas por la técnica ELISA, condición que no ocurre cuando se detecta la presencia del signo (cistosoros del hongo vector) en las raíces de la planta con síntomas de entorchamiento.

Adicionalmente, Sutula y col. (1986) indican que los investigadores, en su afán de ampliar el rango de discriminación de ELISA emplean como valores de decisión una, dos y tres medias más tres desviaciones estándar (\bar{x} , $2\bar{x}$, $3\bar{x} + 3s$) práctica que es arbitraria y lleva a cometer errores.

Paralelamente, como la prueba ELISA se basa en valores de absorbancia y la relación absorbancia – concentración se rige por la ley de Bouquer-Beer (Ayres, 1970), encontramos que esta prueba presuntiva se ajusta a los parámetros:

1. El error es mínimo para una transmitancia cercana a 37% (absorbancia = 0.434) y crece a un error relativo de 2.72% para un 1% de error fotométrico.
2. El error no es demasiado grande para valores de transmitancia entre 20% y 60%.
3. El error es inmenso a concentraciones muy altas y muy bajas, acercándose al infinito cuando la transmitancia es de 0% o 100%.

Coincidimos con Sutula y col. (1986), quienes establecieron que ninguna prueba y ciertamente ELISA no puede ser correcta 100% y sus resultados deben compararse directamente con otros métodos independientes que indiquen la presencia del patógeno.

En resumen, consideramos que el diagnóstico del entorchamiento basado en la detección de las estructuras de resistencia del hongo vector (cistosoros) en las raíces de plantas con los síntomas característicos de la enfermedad, representa una herramienta de campo barata, confiable y eficiente; sobretodo, en un país como Pana-

má donde ya se reportó oficialmente su existencia.

CONCLUSIONES

▲ La necrosis rayada del arroz se encuentra distribuida en todas las provincias productoras de arroz del país.

▲ El diagnóstico de la necrosis rayada del arroz a través de la detención de las estructuras de resistencia del hongo vector confiable como la técnica ELISA.

AGRADECIMIENTO

A la asociación de arroceros de Tonosí por el aporte financiero de este trabajo.

Al Dr. Francisco Morales por haber suministrado gentilmente el suero anti RSNV.

BIBLIOGRAFÍA

AYRES, G.H. 1970. Análisis químico cuantitativo. University of Texas, Austin. Harper & Row

Publisher, Inc., New York. 470 p.

BRUNT, A. A.; RICHARDS, K. 1989. The biology and molecular biology of Furoviruses. *Adv. Virus Research* 36: 1-33.

CONVERSE, R.H.; MARTIN, R.R. 1990. ELISA method for plant viruses. *In* Serological methods for detection and identification of Viral ant Bacterial Plant Pathogens. A Laboratory Manual. Hampton, R.; Ball, E.; De Baer, S. (eds.) APS Press. St. Paul Minnesota. USA. pp. 179-196.

FAUQUET, C.M.; THOUVENEL, J.C. 1983. Association d'un nouveau virus en batonnet Avec la maladie necrotique a rayure duriz en Cote d'Ivoire. *Comptes rendus de L' Academic des Sciences serie D* 296: 575-578.

FAUQUET, C.M.; THOUVENEL, J.C. FARGUETTE, D.; FISHPOOL, L.D. 1988. Rice stripe necrosis virus: a soilborne root shaped virus. *In* Deve-

- lopments in applied biology viruses with fungal vectors. I.I. Cooper y M.J. Asher (eds). Wallis borne; UKAAB. pp. 71-82.
- KARLING, J.S. 1968. The plasmodiophorales. Hofner, New York. USA.
- LOUVEL, D; BIDAUX, J.M. 1977. Observation de Nou veaux symptomes pathologiques sun des varietes precoces de riz en Cote-d'Ivoire. Agronomic Tropicale 32: 257-261.
- MORALES, F.J.; ARROYAVE, J.A.; VELASCO, A.C.; COSTAÑO, M. 1995. Caracterización parcial de "entorchamiento" o "necrosis rayada" del arroz en Colombia. Fitopatología Colombiana 19: 48-54.
- MORALES, F.J. 1998. La necrosis rayada del arroz. Una nueva enfermedad viral en América. MIP No. 50. pi-iv. CATIE, Costa Rica.
- MORALES, F.J.; WARD, E.; CASTAÑO, M.; ARROYAVE, J.A. 1999. Emergence and partial characterization of rice stripe necrosis virus and its fungus vector in South America. European Journal of Plant Pathology 105: 643-650.
- NOLT, B.L.; ROMAINE, C.P.; SMITH, S.A.; COLE, H.F. 1981. Further evidence for the association of *Polymyxa graminis* with the transmission of wheat spindle streak mosaic virus. Phytopathology 71: 1269-1272.
- SUTULA, CH. L.; GILLET, J.M.; MORRISSEY, M.S.; RANSDALL, C.D. 1986. Interpreting ELISA data and establishing the positive negative threshold. Plant Disease 70 (8): 722-726.
- SLYKHUIS, J.T.; BARR, D.J.S. 1978. Confirmation of *Polymyxa graminis* as a vector of wheat spindle mosaic virus. Phytopathology 68: 639-643.
- TEAKLE, D.S. 1983. In "Zoosporic plant pathogens" S.T. Buczaki (ed.). Academic Press, London. pp. 233-248.
- VON CHONG, K. 1999. Necrosis Rayada del arroz: "El entorchamiento del arroz". IDIAP. (plegable).

RESPUESTA DEL MAÍZ A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ROTACIÓN CON MUCUNA BAJO DOS TIPOS DE LABRANZA. RÍO HATO, PANAMÁ. 1993-1994.

**Román Gordón M.¹; Jorge Franco²; Nivaldo De Gracia³;
Andrés González²**

RESUMEN

Se realizó un experimento en dos años consecutivos (1993-1994) para evaluar la respuesta del maíz a tres dosis de N (0, 75 y 150 kg de N en forma de urea/ha), bajo el sistema de siembra en rotación del maíz con la leguminosa *Mucuna deeringiana*, comparado con una siembra sin leguminosas. Las parcelas de rotación se establecieron al inicio de la época lluviosa (mayo). En septiembre de cada año, se instaló un experimento con maíz, el mismo consistió en evaluar dos tipos de labranza. Uno consistió en incorporar las leguminosas y malezas presentes antes de la siembra y el otro, en dejarlas sobre la superficie del suelo. Se evaluaron cuatro sistemas: Se cortó la leguminosa y se dejó el rastrojo en la parcela (MucR+F); una parcela en donde creció la leguminosa, se cortó toda la parte vegetativa de las plantas y se extrajo este rastrojo de la parcela (MucR); una parcela en donde no había leguminosas y se le colocó todo el rastrojo del área anterior (MucF); y una parcela sin leguminosas (SLeg). Para el análisis se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones en un arreglo de parcelas subdivididas. Las parcelas principales fueron los sistemas, en las sub-parcelas se evaluaron los tipos de labranza y en las sub-sub parcelas, las dosis de N. Se encontró una respuesta altamente significativa por el efecto residual de los sistemas, siendo el grupo de más alto rendimiento el de MucR y MucF con 4.97 y 4.42 t/ha, respectivamente. Luego le siguió MucR+F (4.12 t/ha) y, por último, la parcela SLeg con un rendimiento de 2.50 t/ha. La respuesta de la aplicación del N fue altamente significativa con rendimientos promedios de 4.81, 4.46 y 2.70 t/ha, para los niveles de 150, 75 y 0 kg de N/ha, respectivamente. La interacción Dosis de N x Sistemas, resultó altamente significativa. Se encontró que cuando no se aplica N al sistema, los mayores rendimientos se obtienen en el sistema MucR, superando significativamente a los otros tres sistemas.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc., ² Agrónomo, ³ Ing. Agrónomo, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero
* Ing. Germán De León*, Los Santos, Panamá. IDIAP. e-mail: idiap_azu@cwpanama.net

PALABRAS CLAVES: Maíz; *Zea mays*; aplicación de abonos; aplicación de nitrógeno; rotación con leguminosas; *Mucuna deeringiana*; labranza del suelo; Panamá.

**CORN RESPONSE TO DIFERENT LEVELS OF NITROGEN IN ROTATION
WITH MUCUNA UNDER TWO TYPES OF TILLAGE.
RIO HATO, PANAMA. 1993-1994.**

During two years (1993-1994) was carried out an experiment with the objective of evaluate the response of corn to N application (0, 75 and 150 kg N-urea/ha) in rotation with *Mucuna deeringiana*. The legume was planted at the beginning of raining season (May) while the corn was planted in September. In the experiment two types of tillage were evaluated. One method consisted in incorporate the weeds and legumes before planting (conventional tillage) and the other consisted in leave it on the top of soil (zero tillage). There were evaluated four systems: a) Plot consisted in cut the legume and leave the stubble on the soil (MucR+F); b) Plot where grew the legume, cut the foliage and remove it (MucR); c) Plot without legume, but the stubble of the previous plot was move it to this (MucF); d) Plot without legume (SLeg). The experimental design was a Completely Randomized Block design in a split-split-plot with three replications. The principal plots were the systems, the sub-plots were the tillage types and the sub-sub-plots were the nitrogen levels. A highly significant response was found in the residual effect in legume systems. The MucR and MucF were the best system with yields of 4.97 and 4.42 t/ha, respectively. The system MucR+F follows to these systems (4.12 t/ha) and the last was SLeg system with 2.50 t/ha. The N application response was highly significant, with mean yield of 4.81, 4.46 and 2.70 t/ha for the levels 0, 75 and 150 kg N/ha, respectively. The N level x System interaction was highly significant. The best yield was obtained in the MucR system.

KEY WORDS: Corn; *Zea mays*; application of nitrogen; rotation with legumes; *Mucuna deeringiana*; type of tillage; Panama.

INTRODUCCIÓN

El empleo de las leguminosas de cobertura como rotación, para mejorar la fertilidad del suelo (abonos verdes) fue utilizado por muchos agricultores y

está documentado en la literatura (Wade y Sánchez, 1983; Yost y col., 1985; Barreto y col., 1992).

Burle y col. (1992) encontraron que la *Canavalia brasiliensis* y la

Mucuna aterrima son especies promisorias por su tolerancia a estrés hídrico y rápido crecimiento. También determinaron que el maíz pudo obtener hasta 80 kg de N/ha, provenientes de la Canavalia. Gordón y col. (1993) realizaron un experimento en donde evaluaron las leguminosas *Mucuna deeringiana* (Mucuna) y *Canavalia ensiformis* (Canavalia), sobresaliendo esta última. El resultado de este ensayo indicó que la Mucuna superó a la parcela sin leguminosas, en 0.85 t/ha. El análisis económico de este ensayo determinó que la dosis óptima de N para aplicar en este sistema fue de 123 kg de N/ha, mientras que en las parcelas que no tenían leguminosas en relevo, la dosis óptima fue de 139 kg de N/ha, produciendo un ahorro de 14 kg de N/ha.

En 1993, Gordón y col. (1994) realizaron un experimento similar en donde se evaluó el efecto de los componentes de las plantas (raíces y follaje) por separado, encontrando diferencias en la respuesta del maíz en cada sistema. Bouldín y col. (1989) encontraron que se pueden sustituir hasta 170 kg de N, utilizando leguminosas de cobertura.

El presente trabajo tuvo como objetivos determinar los requerimientos de nitrógeno en forma de urea, para la

producción del maíz en monocultivo, bajo un sistema de siembra alterno de leguminosas en primera coa (mayo) y maíz en segunda (septiembre), bajo dos sistemas de labranza (incorporando la leguminosa y dejándola sobre la superficie del suelo), además de evaluar el aporte de la parte aérea de las leguminosas, así como el efecto de sus componentes (forraje y raíces). También se evaluó la dinámica del nitrógeno y cuantificar la equivalencia del N aportado por las leguminosas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos consecutivos (1993 y 1994), en la finca Río Hato Sur, provincia de Coclé, República de Panamá, ubicada a 8°21' latitud Norte y 80°10' longitud Oeste, a 25 msnm. Se evaluó la respuesta del maíz a tres dosis de nitrógeno (0, 75 y 150 kg N/ha), bajo el sistema de siembra de rotación del maíz con la leguminosa *M. deeringiana*, además de una siembra sin leguminosas. La leguminosa fue sembrada al inicio de la época lluviosa (mayo) y el maíz en septiembre del mismo año. Se evaluó dos tipos de labranza, uno consistió en incorporar las leguminosas y malezas antes de la siembra (labranza convencional) y el otro en dejarlas sobre la superficie del suelo (labranza de conservación).

Para la realización de este ensayo se contó con cuatro parcelas, cada una con un área de 324 m² (27 x 12 m) y representaron a los cuatro sistemas evaluados:

1) Parcela donde creció la Mucuna, luego en septiembre se cortó el forraje y se dejó todo este material sobre la misma. Corresponde al efecto de ambos componentes de la planta (raíces y forraje) y mejoramiento del suelo, es denominado Mucuna Raíces + Forraje (**MucR+F**).

2) Parcela donde creció la Mucuna, luego se cortó toda la parte vegetativa de las plantas y se extrajo este forraje de la parcela, quedando únicamente en la misma, las raíces de las leguminosas y el efecto del mejoramiento del suelo, corresponde al sistema denominado Mucuna-Raíces (**MucR**).

3) Parcela sin leguminosas, que en septiembre se le colocó todo el forraje de la Mucuna que había en la parcela mencionada en el punto 2. Esta fue considerada como el Sistema Mucuna-Forraje (**MucF**).

4) Una parcela sin leguminosas (**SLeg**).

El suelo donde se sembró el experimento es franco arenoso con aproxi-

madamente 5% de pendiente y con fertilidad de media a baja. Se realizó un análisis del suelo en mayo y otro antes de la siembra del maíz (septiembre) (Cuadro 1). En este ensayo se utilizó el híbrido de maíz P-8916.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar en un arreglo de parcelas subdivididas (Sistemas x Labranza x Dosis de N). La parcela principal fue el Sistema, las sub-parcelas fueron el tipo de labranza (convencional y conservación), mientras que las sub-sub-parcelas fueron las dosis de nitrógeno.

La parcela considerada como labranza convencional consistió en una parcela que se le procedió a dar tres pases de rastra liviana, incorporando todo el material vegetativo (forraje) que se encontraba en la superficie (leguminosas y malezas). La parcela de labranza de conservación consistió en una parcela que no se preparó, sólo se cortó la leguminosa y/o maleza (según el Sistema) y, posteriormente se le aplicó el herbicida Round-up a razón de 4.0 lt/ha.

El tamaño de las unidades experimentales fue de cuatro surcos de maíz de 5.5 m de largo, separados a 0.75 m entre hileras y 0.50 m entre golpes,

CUADRO 1. ANÁLISIS DE SUELO PARA CADA PARCELA EN ROTACIÓN, RÍO HATO, PANAMÁ 1993-94.

Sistema	pH	A-L-Arc	P	K	Ca	Mg	Al	M.O.	Fe	Zn
Mucuna										
Mayo'93	5.6	58-20-22	1.7	94.1	0.9	0.6	0.1	2.28	1.7	0.4
Sep'93	5.6	38-38-26	2.4	161.0	0.9	0.2	0.1	3.08	2.5	0.4
Mayo'94	5.6	38-38-24	2.4	110.8	0.8	0.2	0.1	2.25	2.5	0.4
Sep'94	5.6	38-32-30	2.6	98.0	0.9	0.2	0.2	2.50	3.0	0.4
Sin Leguminosas										
Mayo'93	5.6	58-20-22	1.7	94.1	0.9	0.6	0.1	2.28	1.7	0.4
Sep'93	5.8	70-16-14	1.9	180.0	0.6	0.2	0.1	2.55	1.1	0.2
Mayo'94	5.8	76-18-16	1.5	47.0	0.6	0.2	0.1	1.74	1.0	1.3
Sep'94	5.8	62-18-20	5.0	82.3	0.9	0.2	0.2	2.10	3.6	0.3

P, K, Fe y Zn = mg kg⁻¹Ca, Mg y Al = cmol kg⁻¹

M.O. = %

dejando dos plantas por golpe, para una densidad teórica de 5.33 plantas/m². Después de la siembra del maíz, se realizó el control de malezas con la aplicación de la mezcla de atrazina más pendimetalina a razón de 1.5 + 1.5 kg i.a./ha, con posteriores limpiezas manuales, por escapes del control de algunas malezas. La fertilización consistió en aplicar, al momento de la siembra, 60 kg de P₂O₅/ha más la mitad del nitrógeno. En 1994 se le aplicó, además del fósforo y el nitrógeno, la cantidad de 20 kg de S en forma de sulfato de calcio dihidratado. El resto del nitrógeno se aplicó en forma de urea 30-35 días después de la siembra (dds).

Se tomaron datos del peso de las leguminosas y el contenido de N al mo-

mento de cortarlas (70 días después de la siembra), contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca al momento de la floración, número de plantas y mazorcas a la cosecha, rendimiento y porcentaje de humedad del grano. La precipitación de esta localidad en los dos años de experimento se observa en el Cuadro 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico indicaron que hubo diferencias altamente significativas para las variables del rendimiento y algunos de sus componentes en los distintos factores estudiados, así como en algunas de las interacciones (Cuadro 3). En el aná-

CUADRO 2. PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm) EN EL CAMPO EXPERIMENTAL DE RÍO HATO DESDE MAYO HASTA DICIEMBRE DE 1993-1994.

Mes	Días		
	1-10	11-20	21-30/31
1993			
May	52.7	42.5	35.0
Jun	0.0	7.5	100.0
Jul	59.9	31.0	31.4
Ago	23.2	37.5	104.3
Sep	22.4	12.6	59.9
Oct	0.0	62.0	4.6
Nov	32.5	142.8	83.5
Dic	0.0	25.1	0.0
1994			
May	55.0	97.9	103.5
Jun	17.0	40.7	81.0
Jul	40.7	11.8	4.9
Ago	109.7	6.3	70.8
Sep	4.5	21.5	68.5
Oct	128.7	45.9	80.2
Nov	74.4	67.5	29.3
Dic	29.0	0.0	0.0

lisis estadístico se observó que los factores Dosis de N, Año y Leguminosas (Sistemas), absorben la mayor parte de la variación del experimento (90.9%), con un 37.6, 27.9 y 25.4%, respectivamente. Los otros componentes, a pesar de que ciertos factores presentan diferencias estadísticas, sólo alcanzan el 9.1% de la variación total del experimento para la variable rendimiento de grano. Los otros componentes del rendimiento o variables de respuestas si-

guen la misma tendencia que la observada en el rendimiento. Este resultado del análisis de varianza permite discutir de manera más profunda estos tres factores. Algunas interacciones dobles y triples a pesar de ser significativas, por su bajo peso en la variabilidad del experimento pueden ser omitidas al momento de discutir los resultados más que todo porque son muy difíciles de interpretar.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES, RÍO HATO, PANAMÁ, 1993-94.

F de Variación	Cuadrados Medios						
	g.l.	Rend	Pmaz	Pta/m ²	Maz/m ²	Maz/pta	
Año	1	43.95**	13986**	0.13 ^{n.s.}	6.41**	0.367**	
Rep(Año)	2	0.74	401	0.02	0.03	0.003	
Leg	3	40.06**	13818**	0.38 ^{n.s.}	5.48**	0.202**	
Rep x Leg	6	1.10	387	0.16	0.09	0.007	
Lab	1	0.04 ^{n.s.}	21.2 ^{n.s.}	0.16 ^{n.s.}	0.08 ^{n.s.}	0.0001 ^{n.s.}	
Leg x Lab	3	0.52 ^{n.s.}	318 ^{n.s.}	0.13 ^{n.s.}	0.24**	0.008 ^{n.s.}	
Rep x Lab(Leg)	8	0.25	128	0.06	0.05	0.004	
Nit	2	59.31**	13499**	0.81**	16.57**	0.4133**	
Leg x Nit	6	1.72**	769**	0.17 ^a	1.69**	0.062**	
Lab x Nit	2	0.12 ^{n.s.}	67.1 ^{n.s.}	0.27 ^a	0.09 ^{n.s.}	0.013 ^a	
Leg x Lab x Nit	6	0.14 ^{n.s.}	95.1 ^{n.s.}	0.06 ^{n.s.}	0.06 ^{n.s.}	0.001 ^{n.s.}	
Leg x Año	3	3.38**	1016**	0.45**	3.34**	0.074**	
Lab x Año	1	0.76 ^a	45.9 ^{n.s.}	0.03 ^{n.s.}	0.31 ^{n.s.}	0.011 ^{n.s.}	
Nit x Año	2	0.46 ^{n.s.}	18.34 ^{n.s.}	0.09 ^{n.s.}	3.64**	0.205**	
Leg x Lab x Año	3	2.53**	712**	0.02 ^{n.s.}	0.58**	0.023**	
Leg x Nit x Año	6	0.94**	180*	0.27**	0.82**	0.017**	
Lab x Nit x Año	2	1.38**	421**	0.09 ^{n.s.}	0.29 ^{n.s.}	0.007 ^{n.s.}	
Error	82	0.285	87.47	0.089	0.164	0.005	
C.V. (%)		13.38	11.55	5.82	8.57	7.68	

^a, *, **, *** se refieren a P < F de 10, 5, 1 y 0.1%, respectivamente.

Producción de Leguminosas

El resultado del análisis de laboratorio de la Mucuna indicó que el porcentaje promedio de N fue de 2.93%, mientras que para el residuo en la superficie del suelo, el porcentaje obtenido fue de 1.20%. La cantidad de materia seca en las parcelas de Mucuna, al momento de realizar el corte (agosto)

efecto residual de la Mucuna y los distintos sistemas evaluados. Los rendimientos más altos se obtuvieron en las parcelas que tenían la Mucuna y, por último, la parcela sin rotación.

Con relación a los sistemas, se encontró que el rendimiento más alto se obtuvo en el sistema **MucR** con 4.97 t/ha, le siguió **MucF** (4.42 t/ha), **MucR+F** (4.12 t/ha), y por último, la parcela **SLeg** (2.50 t/ha). Todos fueron estadísticamente diferentes al 1% de probabilidad.

CUADRO 4. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE MUCUNA, RÍO HATO, PANAMÁ, 1993-1994.

Mucuna	Rend t/ha	%N	kg N/ha
1993			
Mat. Verde	6.13	2.93	179.6
Residuo	2.62	1.20	31.4
		Total	211.0
1994			
Mat. Verde	5.90	2.93	172.9
Residuo	2.45	1.20	29.4
		Total	202.3

fue de 6.13 y 5.90 t/ha, más 2.62 y 2.45 t/ha del residuo, para 1993 y 1994, respectivamente. Esto equivale a incorporar 211 y 202 kg de N/ha, en agosto de ambos años (Cuadro 4).

Efecto Residual de la Mucuna

Se encontró que hubo una respuesta altamente significativa por el

rendimiento del cultivo. En relación con el tamaño de la mazorca, las más grandes se lograron con los sistemas **MucR** y **MucR+F** con 98 y 90 g/mazorca, mientras que los tamaños más pequeños se obtuvieron con los sistemas **MucF** y **SLeg**. El número de plantas/m² no presentó diferencias significativas, en donde el promedio de la población de los diferentes sistemas estuvo

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES, SEGÚN SISTEMAS EVALUADOS, RÍO HATO, PANAMÁ, 1993-94.

Sistema	Rend t/ha	Pta/m ²	Maz/m ²	Pmaz g	Maz/Pta
MucR	4.97	5.16	4.99	98.	0.97
MucR+F	4.42	5.06	4.83	90	0.96
MucF	4.12	5.28	4.96	83	0.94
SLeg	2.50	5.10	4.16	53	0.81

entre 5.28 a 5.06 plantas/m². El número de mazorcas/m² presentó diferencias al 1% de probabilidad, observándose el promedio más bajo en el sistema **SLeg** con 4.16 mazorcas/planta (Cuadro 5).

Los resultados muestran que el sistema que sólo contenía las raíces (**MucR**) logró rendimientos superiores en comparación al sistema que evaluaba el efecto del forraje (**MucF**). Esto sugiere que la mayoría del contenido de N que acumulan las hojas y tallos de las leguminosas, no es aprovechado por el cultivo en rotación. Las ganancias o respuestas positivas observadas en las parcelas que sólo contenían las raíces, por su parte sugieren que el mejoramiento físico que puede sufrir el suelo, además de la cantidad de N que es fijado durante el crecimiento o desarrollo de las leguminosas, así como el contenido de N que tienen las raíces, es aprovechado o revierten en mayores beneficios para el cultivo de

rotación. Otra explicación posible es que, debido al crecimiento de las raíces de la leguminosa, se aumenta el contenido de micorrizas en el suelo, favoreciendo el mejor desarrollo del cultivo en rotación.

Dentro de los resultados observados sobresa-

le el hecho de que las parcelas con **MucR** superaron en rendimiento a las parcelas de **MucR+F** y **MucF**. Esta situación se pudo deber, a que, al momento de la siembra del maíz, los dos sistemas que incluyen el forraje de la Mucuna, presentaron un alto volumen de materia seca en la superficie (mantillo), dificultando de este modo la emergencia del maíz, situación que no se dio en la parcela que no incluyó el forraje. Debemos señalar además, de que es posible, que el crecimiento del maíz se vea afectado por la descomposición de la gran cantidad de materia verde de esta leguminosa.

Respuesta a las Dosis de Nitrógeno

La respuesta de la aplicación del nitrógeno fue altamente significativa. Los rendimientos obtenidos para el promedio de las dosis de 0, 75 y 150 kg de N/ha fue de 2.70, 4.46 y 4.81 t/ha, res-

pectivamente. En relación con el peso de las mazorcas se observó que a medida que se aumenta la cantidad de N el tamaño de la mazorca es mayor. Para las variables plantas/m² y mazorcas/m² se observó que los promedios más bajos se encuentran en las parcelas sin nitrógeno (Cuadro 6).

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES, SEGÚN DOSIS DE N APLICADAS, RÍO HATO, PANAMÁ, 1993-94.

Dosis de N	0	75	150
Rend (t/ha)	2.70	4.46	4.81
Pmaz (g/maz)	61.39	87.90	93.37
Maz/pta	0.81	0.96	0.98
Pta/m ²	5.00	5.21	5.23
Maz/m ²	4.04	5.01	5.13

Efecto de la Labranza

En relación con el sistema de labranza, el mismo no mostró diferencia estadística, aunque, el promedio de las parcelas en labranza convencional fue ligeramente mayor, que las parcelas en labranza de conservación (4.03 vs 3.96 t/ha, respectivamente). La precipitación pluvial errática, que se presenta comúnmente en esta zona del país, parece favorecer a las parcelas con residuos sobre la superficie, de tal manera, que se conserva mejor la poca humedad

existente. Pero, en este caso, en la labranza de conservación, debido a la excesiva cantidad de material sobre la superficie del suelo al momento de germinar las plantas, esta capa dificulta la emergencia de las plántulas, debilitando las mismas y de esta manera puede influenciar el rendimiento final del grano.

El resto de los componentes del rendimiento no mostró diferencias significativas entre sí (Cuadro 7). Resultados similares encontraron Gordón y col. (1993 y 1994), de manera que el efecto de disminuir las pérdidas de la humedad del suelo, sumado al efecto positivo encontrado en los sistemas que sólo incluyen las raíces, indican que es mejor de-

jar las plantas de la leguminosa a manera de mantillo y practicar la labranza de conservación. Contrario a estos resultados, Costa y col. (1990) encontraron que las parcelas donde no se incorporó las leguminosas rindieron menos, en comparación con las que sí hubo incorporación, debido a que en las no incorporadas había mayores pérdidas de nitrógeno.

Interacción Leg x Dosis de N

La respuesta de la aplicación del N fue altamente significativa y dependió del manejo de los residuos de las

CUADRO 7. RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES, SEGÚN TIPO DE LABRANZA, RÍO HATO, PANAMÁ, 1993-94.

Labranza	Convencional	Conservación
Rend (t/ha)	4.03	3.96
Pmaz (g/maz)	80.78	81.09
maz/pta	0.92	0.92
Maz/m ²	4.76	4.70
Pta/m ²	5.19	5.11

leguminosas. En el análisis de varianza se observó que la interacción leguminosa por dosis de N fue significativa ($P < 0.01$). Además del análisis de varianza, se realizó un análisis para determinar la curva de rendimiento máximo estable (plateau) en función de las dosis de N aplicado en forma de urea, para cada sistema (Cuadro 8).

El aporte de N al cultivo por parte de los sistemas evaluados se puede observar en el rendimiento del maíz en el intercepto de la curva con el eje del rendimiento, el cual representa el rendimiento del cultivo cuando no se aplica N al sistema. En el sistema **SLeg**, el valor del intercepto fue de 0.81 t/ha. Este bajo rendimiento se puede explicar, por el bajo contenido de materia orgánica que muestran los distintos análisis del suelo en esta parcela, lo que quizá contribuyó a una baja dispo-

nilidad de nitrógeno a las plantas. El incremento en el rendimiento de grano sin aplicar N a los sistemas **MucR** y **MucR+F** fue significativamente superior, ya que, el valor del intercepto fue de 3.83 y 3.20 t/ha, para ambos, respectivamente. Estos valores superan al testigo **SLeg** por el orden de 3.05 y 2.39 t/ha (Cuadro 8).

En este análisis se encontró que el rendimiento máximo (plateau) que se puede obtener en el sistema **SLeg** es de 3.83 t/ha, el cual es superado por los sistemas **MucR** y **MucF** en más de 1.5 t/ha, ya que, el plateau en éstos fue de 5.65 y 5.33 t/ha, para cada sistema, respectivamente. Este incremento en el techo del rendimiento, que se puede lograr implementando la rotación de la Canavalia en la producción del maíz mejoraría la eficiencia de los productores.

El punto de inflexión de las curvas, indica la dosis en la cual la respuesta del cultivo permanece estable; es decir, el rendimiento no aumenta por incrementos en las dosis de N aplicado. Al analizar los valores encontrados se observa cómo en el sistema **SLeg** se necesitan 110 kg/ha, para lograr el

CUADRO 8. VALORES PARA LA CURVA DE RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN FUNCIÓN DE LAS DOSIS DE N APLICADA, RIO HATO, PANAMÁ, 1993-94.

Sistemas	Intercepto (b_0)	Pendiente (b_1)	Rend Máximo (Plateau)	Dosis N de inflexión	R ²
MucR+F	3.20	0.020	4.59	69	0.867***
MucR	3.86	0.021	5.65	86	0.92***
MucF	3.04	0.027	5.33	94	0.81***
SLeg	0.81	0.027	3.83	110	0.94***

CUADRO 9. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO OBTENIDO EN EL ENSAYO DE ROTACIÓN, SEGÚN SISTEMAS Y DOSIS DE NITRÓGENO, RÍO HATO, 1993-94.

Sistemas	Dosis de N		
	0	75	150
Rend (t/ha)			
MucR+F	3.20	4.69	4.48
MucR	3.86	5.42	5.67
MucF	2.96	4.86	5.33
S Leg	0.81	2.87	3.83
Maz/planta			
MucR+F	0.99	1.04	1.01
MucR	0.93	1.01	1.01
MucF	0.87	0.98	1.03
S Leg	0.58	0.88	0.96

rendimiento máximo, mientras que en los sistemas que involucran la mucuna la dosis óptima se redujo en 40 kg/ha cuando se rotó con el sistema **MucR+F**, esta reducción fue menor en los otros dos sistemas. Esta reducción implica un ahorro significativo en la utilización de urea en la producción del cultivo (Figura 1).

Se debe señalar que el efecto de la rotación de las leguminosas, parece involucrar algo más, que el aporte de N calculado basándose en la producción

de biomasa, como lo puede ser, el mejoramiento en la estructura del suelo o algunos componentes que no se pudieron medir en este trabajo.

CONCLUSIONES

- Las parcelas de Mucuna aportan suficiente nitrógeno disponible al cultivo de maíz que es sembrado en rotación, garantizando aumentos de rendimiento que superan de 3.7 a 4.7 veces al rendimiento obtenido en parcelas de

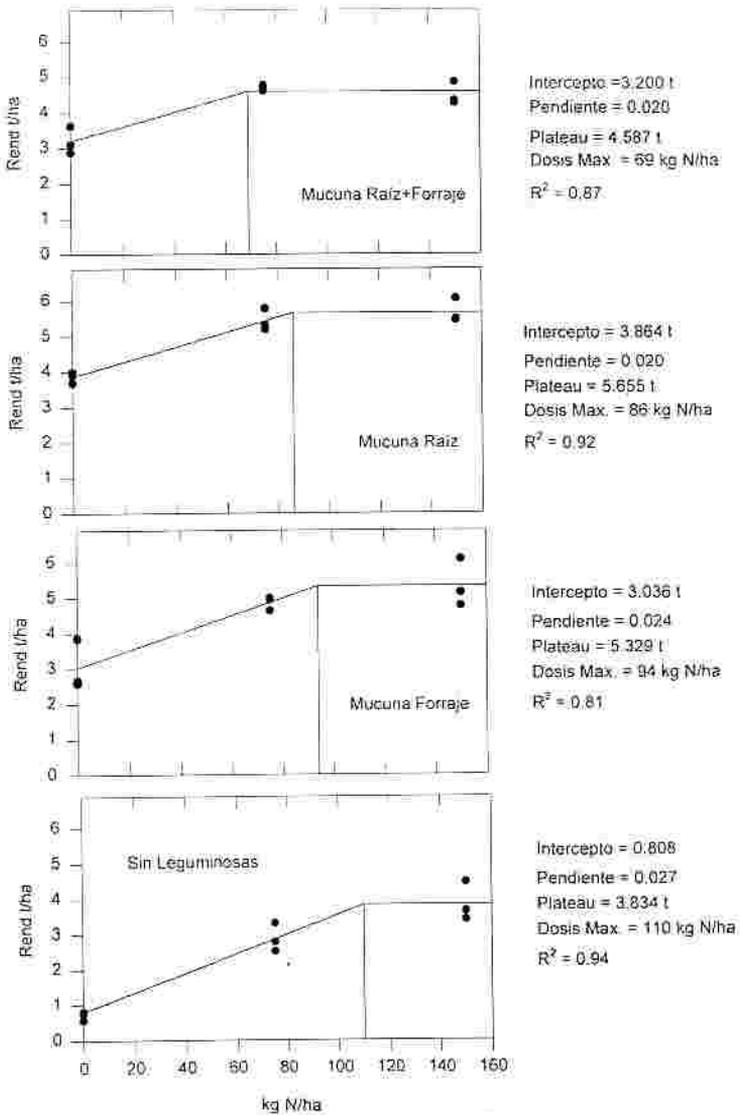


FIGURA 1. CURVAS DE RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS QUE INCLUYERON MUCUNA Y EL SISTEMA SIN ROTACIÓN DE LEGUMINOSAS, RÍO HATO, PANAMÁ. 1993-1994.

maíz sin rotación con Mucuna, cuando no se aplica nitrógeno a la parcela.

- ☀ Se encontró una respuesta altamente significativa a la aplicación del nitrógeno en las parcelas que no fueron rotadas con Mucuna. Esta respuesta no fue altamente significativa en las parcelas que fueron rotadas con **MucR+F**, **MucR** y **MucF**.
- ☀ La siembra de maíz en rotación con Mucuna puede ser utilizando tanto la Labranza de conservación como Convencional, ya que no se encontró diferencias significativas entre estos dos métodos.
- ☀ Se encontró que el rendimiento máximo que se puede obtener en los sistemas **SLeg**, **MucR**, **MucF** y **MucR+F** fue de 3.83, 5.65, 5.33 y 4.59 t/ha, para cada sistema.
- ☀ Las dosis de N que maximizan los rendimientos para los sistemas **MucR+F**, **MucR**, **MucF** y **SLeg** fueron de 69, 86, 94 y 110 kg N/ha, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRETO, H.J.; PÉREZ, C.; FUENTES, M. R.; QUEMÉ, J.L. 1992. Efecto de dosis de urea-N, insecticida y genotipo en el comportamiento del maíz (*Zea mays* L.) bajo un sistema de labranza mínima en rotación con dos leguminosas de cobertura. *En* Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM, 1991. pp. 175-192.
- BOULDIN, D.R.; QUINTANA, J.; SUHET, A. 1989. Evaluation potential of legume residues. *En* (Claude, N., ed.) Trop. Soils Technical Report. 1986-1987. North Carolina State University, Raleigh, N.C. pp. 304-305.
- BURLE, M.; SUHET, A.; PEREIRA, J.; RESCK, D.; PERES, J.; CROAVO, M.; BOWEN, W.; BOULDIN, D.; LATHWELL, D. 1992. Legume green manures: Dry season survival and the effect on succeeding maize crops. Soil Management CRSP. NCSU, Raleigh, N.C. Bulletin Nº 92. 35 p.

- COSTA, F.S.A.; BOULDIN, D.R.; SUHET, A.R. 1990. Evaluation of N recovery from *Mucuna* placed on the surface or incorporated in a Brazilian Oxisol. *Plant and Soil* 124: 91-96.
- GORDÓN, R.; FRANCO, J.; DE GRACIA, N.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, A.; HERRERA, A. DE; BOLAÑOS, J. 1993. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con *Canavalia* y *Mucuna*, bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1992-1993. *En Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*. Vol. 4. pp. 106-110.
- GORDÓN, R.; FRANCO, J.; DE GRACIA, N.; GONZÁLEZ, A. 1994. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con *Canavalia* y *Mucuna*, bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1993-1994. *En edición*. 11 p.
- WADE, M.K.; SÁNCHEZ, P.A. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin. *Agronomy Journal* 75: 39-45.
- YOST, R. S.; EVANS, D. O.; SAIDY, N. A. 1985. Tropical legumes for N production: growth and N content in relation to soil pH. *Trop. Agric. (Trinidad)* 62: 20-24.

RESPUESTA DE DOS CULTIVARES DE MAÍZ A LA DENSIDAD DE PLANTAS, BAJO DOS NIVELES CONTRASTANTES DE NITRÓGENO. PANAMÁ, 1993 - 1994.

**Román Gordón M.¹; Ismael Camargo ²; Jorge Franco ³;
Andrés González ³**

RESUMEN

Se establecieron tres ensayos de maíz en dos años (1993-1994), localizados en Río Hato y El Ejido, República de Panamá. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar en un arreglo de parcelas sub-sub-divididas con tres repeticiones. La parcela principal lo constituyó los niveles de N (75 y 150 kg/ha). En las sub-parcelas se ubicaron las dos densidades (3.3 y 7.4 plantas/m²), mientras que en las sub-sub-parcelas se sembraron los cultivares evaluados (P-8916 y X-304C). El objetivo de este ensayo fue el de describir los parámetros fisiológicos y fenológicos estándares relevantes en el entendimiento de la elaboración del rendimiento en los cultivares de mayor uso en las siembras comerciales del país, así como obtener una respuesta a densidad bajo dos niveles contrastantes de nitrógeno. La alta densidad redujo principalmente el tamaño de las mazorcas (de 112.1 a 69.4 g). Se observó que la densidad óptima de plantas aumentó considerablemente, cuando el nivel de N subió de 75 a 150 kg/ha, en todos los cultivares. De acuerdo a los resultados del análisis estadístico de este experimento, se observó una interacción significativa entre la densidad con los cultivares y entre la densidad con la dosis de N aplicada para las variables peso de mazorca, llenado de granos, sincronía floral (ASI) y mazorcas por planta. La sincronía floral aumentó al incrementarse la población de plantas. Factores como el índice de cosecha y número final de hojas, número de hojas de la mazorca no fueron afectados por los cambios en las densidades.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc.; ² Ph.D.; ³ Agrónomo, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Centro Regional Agropecuario de Azuero. Idiap_azu@cwpanama.net

PALABRAS CLAVES: Maíz; *Zea mays*; densidad; nitrógeno; sincronía foliar; aplicación de abonos; Panamá.

TWO CORN CULTIVARS RESPONSE TO DIFFERENT PLANTS DENSITIES UNDER TWO CONTRAST LEVELS OF NITROGEN, PANAMA, 1993-1994.

In two consecutive years (1993-1994) were planted three trials, localized in Rio Hato and El Ejido, Republic of Panama. The experimental design was Completely Randomized Block in a split-split plot with three replications. The main plots were the Nitrogen rates (75 and 150 kg N/ha). In the split plots were put the plants densities (3.3 and 7.4 plants/m²), while, the cultivars were planted in the split-split plots (P-8916 and X-304C). The trial's objective was to describe the physiological and phenological standards parameters involved in the yield's elaboration, of the two principal cultivars sowed in Panama. In second place, to determine the corn yield response under two contrast rates of nitrogen. The high densities decreased the ears size (from 112.1 to 69.4 g). The optimal number of plant in all cultivars increased when the nitrogen levels improved from 75 to 150 kg/ha. According to statistical analysis, the cultivar-density interaction and density-nitrogen rates interaction was significative by variables: ear weight, anthesis silking interval (ASI), filling kernels and ears/plants. The ASI increased when the plant population increased. Factor like harvest index, leaves final number and ear's leaf number didn't affect the densities plants changes.

KEY WORDS: Maíz; *Zea mays*; density; nitrogen; foliar sincrony; aplicacion of fertilizer; Panama.

INTRODUCCIÓN

Trabajos realizados recientemente por Bolaños (1993) indican que los parámetros fenológicos y fisiológicos que explican en parte las bases del

progreso de los cultivares que se han liberado en Centro América, incluyendo Panamá, se basan más en la duración de la fase del llenado de grano y no de la eficiencia o la capacidad que tiene cada cultivar para aumentar el

peso de grano por unidad de tiempo. En este estudio se encontró que cada día adicional de llenado, del promedio de todas las cultivares, incrementó los rendimientos en 100 kg/ha para las variedades de polinización libre (VPL) y 150 kg/ha para los híbridos. Estos últimos superaron a VPL en 1.5 a 2.0 t/ha. Esta diferencia se basó en que la tasa de crecimiento de la mazorca es mayor en los híbridos que en las variedades (2.64 vs 2.11 g/día). También se detectó una fuerte relación negativa entre la duración del llenado y la madurez. Estos datos sugirieron que prolongar la fase de llenado de grano es un método efectivo para incrementar el rendimiento.

Algunos autores sostienen que la tolerancia a la densidad ha sido una de las causas del aumento de los cultivares modernos (Pandey y Gardner, 1992; Fischer y Palmer, 1984). Se ha encontrado que la baja densidad es una de las razones primordiales de los bajos rendimientos de maíz encontrados en los trópicos (Bolaños y Barreto,

1991; Bolaños y col., 1993a). Una manera de evaluar la densidad óptima del cultivo de maíz ha sido el modelo de Duncan (1958), en donde se establece que el rendimiento por planta decrece de manera exponencial con la densidad (plantas/m²). Esta relación tiene una base teórica sólida y ha sido ampliamente validada y documentada en la literatura con muchos cultivares y en diversos ambientes (Fery y Janick, 1971; Duncan, 1984; Bolaños y col., 1993b).

Una de las conclusiones del método de Duncan (1958) posibilita evaluar la respuesta a densidad de cualquier cultivar de maíz con solamente dos niveles de densidad, ya que sólo se necesitan dos puntos para establecer una relación lineal. La solidez de la respuesta dependerá de la solidez de los dos puntos obtenidos. Para mejor interpolación, normalmente estas dos densidades se establecen para que estén a ambos lados del nivel óptimo, pero aún dentro de un rango apropiado agronómicamente.

Por su parte, el uso del nitrógeno es considerado como esencial en la producción del maíz. A través de muchos estudios se ha podido documentar la importancia de este elemento, así como la respuesta positiva de este cultivo a la aplicación de diferentes fuentes que contienen este elemento. Gordón y col. (1991; 1992) encontraron que el nivel óptimo económico de la aplicación de este elemento varió de 125 a 197 kg/ha, en los lugares en donde se realizaron estos experimentos.

El objetivo general de este ensayo fue el de describir los parámetros fisiológicos y fenológicos estándares relevantes en el entendimiento de la elaboración del rendimiento en los cultivares más importantes o de mayor uso en las siembras comerciales del país; así como obtener una respuesta a densidad bajo dos niveles contrastantes de fertilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron tres ensayos de maíz, dos a inicios del mes

de septiembre de 1993 y uno en 1994. Uno de los ensayos estuvo localizado en la Finca Experimental de Río Hato en Coclé y los otros dos, en la Finca Experimental de El Ejido en la Región de Azuero.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar en un arreglo de parcelas sub-divididas con tres repeticiones. La parcela principal lo constituyó los niveles de N (75 y 150 kg/ha). En las sub-parcelas se ubicaron las dos densidades, mientras que en las sub-sub-parcelas se sembraron los dos cultivares evaluados. Las dos densidades evaluadas fueron de 3.3 y 7.4 plantas/m². Para lograr estas densidades se sembró el maíz a 0.75 m entre hileras y la distancia entre plantas varió de 0.18 m (7.4 pl/m²) a 0.40 m (3.3 pl/m²). Los cultivares evaluados fueron el híbrido nacional P-8916 y el híbrido importado X-304C.

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por cinco surcos de 5.0 m de largo, de los cuales, los tres surcos centrales

constituyeron la parcela efectiva. En cada golpe de siembra se dejó una sola planta. El control de malezas se realizó con la mezcla de atrazina más pendimentalina a razón de 1.5 + 1.5 kg i.a./ha, con posteriores limpiezas manuales por escapes del control de algunas malezas. La fertilización consistió de la aplicación de 60 kg de P O / ha al momento de la siembra.² La fertilización nitrogenada (urea) se realizó aplicando la mitad de la dosis al momento de la siembra y la otra mitad a los 30 días después de la siembra (dds).

Para las mediciones solamente se usaron plantas en los tres surcos centrales sin tomar en cuenta las dos hileras de plantas de los extremos. A los 10 días después de la germinación se marcaron con pintura blanca 12 plantas por parcela, cuando aún la hoja número cinco era reconocible. Posteriormente, se volvió a pintar de blanco la hoja número 10. Después de la floración, se contó el número final de hojas por planta (NFH), contando desde la hoja número 10 (marcada), así como el número de

la posición de la hoja de la mazorca (NHMZ).

Antes de la floración y después que el 10% de las espigas eran visibles, se visitó la parcela cada 2 a 3 días y se determinó la fecha a 50% de floración masculina y femenina (DAFM y DAFF). El intervalo entre la antesis y la emisión de los estigmas (ASI) se calculó como la diferencia entre DAFF y DAFM. Con el mismo procedimiento de visitas continuas antes de la cosecha, se determinó los días al 50% de madurez fisiológica (DMF). La presencia de capa negra se tomó en plantas de los surcos bordes. La duración del llenado de grano se calculó como la diferencia entre DMF y DAFF.

Al momento de la cosecha se tomaron los datos de rendimiento de grano y de biomasa y el número de mazorcas y plantas cosechadas. El índice de cosecha (IC) se calculó como la proporción de grano de la biomasa total. El rendimiento de grano se uniformizó al 15% de humedad y se calcularon los componentes de

rendimiento estándares (Bolaños y Barreto, 1991). Se efectuó un análisis de varianza por localidad y uno combinado a través de las dos localidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la prueba de homogeneidad de las varianzas entre las tres localidades, se encontró que las varianzas para las variables estudiadas eran homogéneas. Debido a esta homogeneidad, los datos se analizaron de manera combinada y no individual para cada localidad. En el Cuadro 1 se observa el análisis combinado de todas las variables analizadas.

Efecto de Cultivares

El análisis de varianza indicó que hubo diferencias altamente significativas entre los cultivares, en relación con los componentes del rendimiento y a los parámetros fisiológicos y morfológicos evaluados.

El mayor rendimiento se obtuvo con el X-304C (4.81 t/ha),

seguido por el P-8916 (4.30 t/ha). Los valores del índice de cosecha mostraron diferencias altamente significativas y alcanzó su máximo valor en el híbrido X-304C con 44.8%. La duración entre la floración masculina y la femenina (ASI) fue similar para los dos híbridos (1.6 días).

La duración del llenado de grano difirió significativamente entre todos los cultivares, siendo el X-304C el cultivar con mayor duración de llenado (44.5 días), mientras que el P-8916 fue de 42.4 días. Con relación a la tasa de crecimiento de la mazorca, es decir, la eficiencia del llenado (este número sólo incluye el crecimiento del grano, excluyendo la tuza y las hojas de la mazorca), se encontró que fue de 2.0 y 2.11 g/día para los híbridos P-8916 y X-304C, respectivamente (Cuadro 2).

Analizando estos parámetros en su conjunto, se puede inferir que el mayor rendimiento del híbrido X-304C se debió a su mayor período de llenado del grano y a su mayor tasa de cre-

CUADRO 1. CUADROS MEDIOS DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL ENSAYO DE RESPUESTA DE CUATRO CULTIVARES DE MAÍZ A LA DENSIDAD DE PLANTAS BAJO DOS NIVELES CONTRASTANTES DE NITRÓGENO. PANAMÁ.

F. de Variación	g.l	Cuadros Medios									
		RendG	PMz	MxP	Ind	LLg	ASI	RendR			
Loc	2	7.78**	2625.1**	0.0059**	15.66*	3.01	1.76*	21.41***			
Rep(Loc)	4	0.51	158.0	0.0012	3.02	5.76	0.07	0.03			
Loc x Nit	1	0.72	110.4	0.00001	22.45	1.26	1.76*	1.57			
Nit	2	0.57	183.6	0.0002	0.14	8.76*	0.26	0.62 ^a			
Rep (Nit)	2	0.19	72.8	0.0012	4.43	0.38	0.13	0.20			
Den	1	4.46*	33800.0***	0.1169***	82.31*	27.09*	5.51*	40.71**			
Den x Nit	2	0.85	70.7	0.0031	3.85	10.01	3.01	0.45			
Loc x Den	2	0.96	315.9**	0.1445**	20.68*			7.51**			
Loc x Den x Nit	2	0.06	12.4	0.0004	0.94			0.16			
Rep (Den)	1	0.46	65.0	0.0014	3.34	1.78	0.38	0.36			
Var	1	4.34***	3872.8***	0.0247**	226.79***	52.62***	2.14***	7.09***			
Var x Nit	1	0.04	15.1	0.0148	0.89	7.68***	0.54*	0.05			
Var x Den	1	0.19	1369.8***	0.510***	5.71	3.56**	0.62*	0.37			
Var x Den x Nit	1	0.003	20.9	0.0028	14.55**	2.31*	3.12**	0.26			
LocxVar x Den x Nit	8	0.37*	93.2***	0.0166***	11.72***			0.41			
Error		0.15	57.6	0.0038		0.90	0.23	0.64			

* ** *** se refieren a diferencias estadísticas al 5, 1 y 0.1%, respectivamente.

CUADRO 2. PROMEDIO DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVARES EVALUADOS EN EL ENSAYO DE DENSIDAD POR NITRÓGENO, PANAMÁ.

Cult.	P-8916	X-304C
RendG (t/ha)	4.30	4.81
RendR (t/ha)	5.39	4.80
Pmz (g)	84.00	98.30
Maz/pta	1.04	1.00
LL G (días)	42.40	44.50
ASI (días)	1.67	1.62
Ind	41.30	44.80
Ef LL G	2.00	2.10
NHMz	13.80	13.80
NFH	19.80	19.00

RendG= Rend. de grano
 RendR= Rend rastrojo
 Pmz= Peso de mazorca
 LLG= Llenado de grano
 Ind= Índice de cosecha
 Maz/pta= Mazorcas por planta
 ASI= Intervalo antesis floración
 EfLLG= Eficiencia de llenado de grano
 NFH= Número final de hojas
 NHMz= Número de hoja de la mazorca

t/ha, con algunas variaciones entre cultivares. La alta densidad redujo principalmente el tamaño de las mazorcas (de 112.1 a 69.4 g). Esta reducción del peso de la mazorca es la base de la relación exponencial del modelo de Duncan. De acuerdo a los resultados obtenidos y a los coeficientes de regresión

logrados, el modelo de Duncan funciona correctamente y con alta precisión.

El Cuadro 3 muestra los principales parámetros de regresión obtenidos, así como la población de plantas que optimiza el rendimiento para cada variedad, según el nivel de N aplicado. Se observó que la densidad óptima de plantas se incrementó considerablemente, cuando el nivel de N aumentó de

cimiento de la mazorca. Con relación al P-8916 se encontró que ambos valores son menores, lo que se traduce en un menor tamaño de la mazorca.

Efecto de la Densidad

Las densidades promedios finales obtenidas en este ensayo para los dos cultivares fue de 3.62 y 7.39 plantas/m², con rendimientos asociados de 4.30 y 4.82

75 a 150 kg/ha, en ambos cultivares. Este resultado indica, que a densidades altas es necesario aumentar la dosis de N aplicada para lograr buenos rendimientos. En ambos niveles de N se encontró que la población óptima de plantas es mayor en el X-304C. Esto se puede explicar por el tipo de arquitectura que presenta este híbrido, el cual es de hojas más angostas, lo que se traduce en un menor rendimiento de rastrojo al final de la cosecha, permitiendo un mayor número de plantas por hectárea.

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico de este experimento, se observó una interacción significativa entre la densidad con los cultivares y entre la densidad con la dosis de N aplicada para las variables peso de mazorca, llenado de granos, ASI y mazorcas por planta (Cuadro 1). Con respecto al peso de las mazorcas, se observó que el X-304C es el cultivar en donde la reducción del peso fue más pronunciada al aumentar la densidad (diferencia de 51.8 g/mazorca), mientras que para el

CUADRO 3. PARÁMETROS DE REGRESIÓN ENTRE EL LOGARITMO DEL RENDIMIENTO POR PLANTA Y LA DENSIDAD DE CUATRO CULTIVARES DE MAÍZ, SEGÚN DOS NIVELES DE NITRÓGENO, PANAMÁ.

75 kg N/ha				
Cultivar	Intercepto	Pend	R ²	Opt/m ²
P-8916	5.388	-0.181	0.85	5.52
X-304C	5.437	-0.172	0.77	5.81
150 kg N/ha				
Cultivar	Intercepto	Pend	R ²	Opt/m ²
P-8916	5.274	-0.153	0.83	6.53
X-304C	5.379	-0.149	0.84	6.71

P-8916, se presenta una reducción, pero, la misma es de menor magnitud (diferencias menores de 34.1 g/mazorca). En la duración del llenado de granos, se observó que todos los cultivares redujeron este período al aumentar la densidad (Cuadro 4).

Otro factor que se vio afectado por la densidad de plantas fue la sincronía floral (ASI), la cual aumentó al incrementarse la población de plantas. El material más susceptible al cambio de densidad fue el X-304C, el cual aumentó de 1.2 a 2.1 días, por el aumento de la densidad. Para el cultivar nacional, a pesar de aumentar el período entre las dos floraciones (masculina y femenina) por el efecto de la densidad, este aumento fue menor a un promedio de 0.4 días. Cuando se analizó esta variable (ASI) sin estrés de N; es decir, que la dosis aplicada de N fue alta (150 kg N/ha), el aumentar la densidad de población, ocasionó un aumento de la duración del ASI. Por el contrario, este valor no se afectó al evaluarlo con dosis baja de N. (Cuadro 5).

Este experimento mostró que ambos cultivares, al aumentar la dosis de N aplicada, el valor del ASI tiende a ser igual o ligeramente mayor. Por su parte, a densidades altas, la sincronía foliar no es afectada al aumentar la dosis de N, es decir, el período entre las dos floraciones no se incrementa al aumentar la dosis de N.

Según los datos obtenidos en este ensayo, se observó que cuando se evaluó en presencia de un estrés de N (75 kg de N/ha), el aumentar la densidad disminuyó el número de mazorcas por planta, es decir, que se observó un mayor número de plantas sin mazorcas al momento de la cosecha, mientras que, cuando este elemento no es una limitante (150 kg N/ha), el aumento de la densidad no afectó este parámetro (Cuadro 5). Factores como el índice de cosecha y número final de hojas, número de hojas de la mazorca no se vieron afectados por los cambios en las densidades.

CUADRO 4. PROMEDIO' DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ENCONTRADAS SEGÚN CULTIVAR X DENSIDAD, PANAMÁ.

Cultivares	Densidades	
	Baja	Alta
	Peso de Mazorcas (g)	
P-8916	100.6	66.5
X-304C	124.2	72.4
Llenado de Grano (días)		
P-8916	42.4	42.3
X-304C	45.5	43.6
ASI (días)		
P-8916	1.5	1.8
X-304C	1.2	2.1
Mazorcas/planta		
P-8916	1.10	0.98
X-304C	1.02	0.99

CUADRO 5. PROMEDIO DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ENCONTRADAS SEGÚN CULTIVAR X DOSIS DE NITRÓGENO. PANAMÁ.

Cultivares	kg de Nitrógeno	
	75	150
	Peso de Mazorcas (g)	
P-8916	81.2	87.0
X-304C	90.1	96.4
Llenado de Grano (días)		
P-8916	42.5	42.3
X-304C	45.5	43.6
ASI (días)		
P-8916	1.6	1.8
X-304C	1.6	1.7
Mazorcas/planta		
P-8916	1.04	1.01
X-304C	1.00	1.03

CONCLUSIONES

- ◆ El modelo de Duncan (1958), basado en el decrecimiento exponencial del rendimiento por planta con el aumento de la densidad, funcionó de manera adecuada en este experimento.
- ◆ El factor que más se afectó por el aumento de la densidad fue el tamaño de la mazorca, esta reducción en peso por mazorca fue de 112.1 a 69.4 g.
- ◆ La densidad óptima de población de plantas depende directamente de la dosis de N aplicada. La población óptima para los híbridos P-8916 y X304C fue de 5.52 y 5.81 pt/m², cuando la dosis de N fue de 75 kg/ha. Cuando se aplicó 150 kg N/ha, la densidad óptima aumentó a 6.53 y 6.71 pt/m², para ambos híbridos, respectivamente.
- ◆ La reducción de la densidad de plantas en el híbrido X-304C indujo a una disminución entre la floración masculina y la floración femenina de 2.1 a 1.2 días; es decir, que al reducir la densidad se redujo los días entre las dos floraciones o se mejoró la sincronía floral.
- ◆ Cuando el cultivo está sometido a un estrés de Nitrógeno (N=75 kg/ha), se redujo 0.1 maz/planta con el aumento de la densidad (de 1.07 a 0.97 maz/planta). De no presentarse la deficiencia de este elemento (N=150 kg/ha), el número de mazorcas por planta se afectó 0.03, con el aumento de la densidad (de 1.02 a 0.99 maz/planta).

BIBLIOGRAFÍA

- BOLAÑOS, J.; BARRETO, H. 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de

- maíz de 1990. *En* Análisis de los Resultados Experimentales del PRM, 1990, Vol. 2. pp. 9-27.
- BOLAÑOS, J.; PÉREZ, J.; ZEA, J.; QUEMÉ, J.L.; FUENTES, M.; MENDOZA, C.; LÓPEZ, G. 1993a. Dinámica y variabilidad de los componentes de rendimiento en 28 parcelas de maíz en Centro América. *En* Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM 1992, Vol. 4. pp. 187-197.
- BOLAÑOS, J. 1993. Bases fisiológicas del progreso genético en cultivares del PRM. *En* Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM 1992, Vol. 4. pp. 11-19.
- BOLAÑOS, J.; OBANDO, M.; URBINA, R.; MENDOZA, M. 1993b. Respuesta a densidad en cultivares del PRM. *En* Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM. 1992, Vol. 4. pp. 20-26.
- DUNCAN, W.G. 1958. Corn response to density. *Agronomy Journal* 43: 23-32.
- DUNCAN, W.G. 1984. A theory to explain the relationship between corn population and yield. *Crop Science* 24: 1141-1145.
- FERY, R.L.; JANICK, J.; 1971. Response of corn (*Zea mays* L.) to population pressure. *Crop Science* 11: 220-224.
- FISCHER, K.; PALMER, A. 1984. Tropical maize. *In* P.R. Goldsworthy and N.M. Fischer (eds). *The Physiology of Tropical Crops*. John Wiley and Sons, New York. pp. 231-248.
- GORDÓN, R. y col. 1992. Evaluación de la respuesta física y económica al nitrógeno fósforo y potasio en el cultivo de maíz en la Región de Azuero, Panamá, 1991. *En* Síntesis de los Resultados Experimentales del Programa de Maíz de Panamá. 1991-1992. pp. 135-141.

GORDÓN, R. y col. 1991. Evaluación de la respuesta física y económica al nitrógeno y fósforo en tres localidades de Azuero en el cultivo de maíz, Panamá, 1990. *En* Resultados de investigación. 10 p. (en edición).

PANDEY, S.; GARDNER, C.; 1992. Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize populations. *Crop Science* 48: 1-87.

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE *Sorghum* sp. EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ. 1996.

Roman Gordón M. ¹; Jorge Franco ²; Andrés González ²

RESUMEN

A finales de 1996 se realizó un experimento en la localidad de San José, provincia de Los Santos, ubicada a 7°40.5' latitud Norte y 80°14.1' longitud Oeste. El objetivo fue el de determinar la efectividad en el control químico de la maleza *Sorghum* sp. Se compararon todos los tratamientos con el testigo químico (atrazina + pendimetalina) más utilizado en la Región. El diseño experimental fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. El tamaño de las unidades experimentales fue de seis surcos de 5.5 m de largo. El resultado del análisis de Dunnett indicó que todos los tratamientos evaluados superaron al testigo químico para las variables rendimiento de grano, plantas y mazorcas/m². Se encontró que el testigo limpio no superó significativamente a ninguno de los tratamientos en donde se aplicó nicosulfuron, para estas mismas variables. Entre todos los tratamientos para el control del sorguillo sobresalió el que incluyó una aplicación de glifosato inmediatamente después de la siembra y el nicosulfurón 15 días después de la siembra, en donde se obtuvo el mejor control del sorguillo con un 2.5% del suelo cubierto por esta maleza.

PALABRAS CLAVES: Maíz; *Zea mays*; sorguillo; *Sorghum* sp.; nicosulfuron; control de malezas; control químico; herbicidas; Panamá.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc.; ² Agrónomo. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá, e-mail: idiap_azu@cwpanama.net

HERBICIDES' ASSESSMENT IN THE CONTROL OF *Sorghum* sp. ON THE CORN CROP IN THE AZUERO REGION, PANAMA, 1996.

At the end of 1996 was carried out a trial in San Jose, Los Santos Province, localized at 7° 40.5' north and 80° 14.1' west. The objective was to find out the herbicides' efficacy on the control of the weed *Sorghum* sp. All treatments were compared with the most common tester in the Region (atrazin + pendimetalin). The experimental design was a Completely Randomized Block with four replications. The experimental units size consisted in six rows of 5.5 m of length. The Dunnett's analysis showed all treatments were better than chemical tester for the variables grain yield, plants and ears by square meter. They found the clean tester didn't improve to the treatments with nicosulfuron, in the same variables. The best treatment in the sorguillo's control was which included the aspersion of glyphosate immediately after the planting more application of nicosulfuron 15 days after the sow. In this treatment, the control observed was 2.5% with the top of surface cover by the weed.

KEY WORDS: Corn; *Zea mays*; sorguillo; *Sorghum* sp.; nicosulfuron; weeds control; chemical control; herbicides; Panama.

INTRODUCCIÓN

Con relación a los problemas de las principales malezas, los estudios realizados por el IDIAP (finales del 80), indican que herbicidas como la atrazina, pendimetalina, glifosato y paraquat, aplicados a las dosis correctas y en el momento oportuno y con una adecuada hu-

medad del terreno, controlan eficazmente las principales malezas de hoja ancha y gramíneas que abundan en los terrenos dedicados al cultivo de maíz.

El bajo control de algunas malezas, entre las que sobresale la competencia creciente del sorguillo (*Sorghum* sp.), implica la

necesidad de evaluar otros herbicidas, ya que, los que están a la venta en el mercado local, no controlan esta maleza. En resumen, es necesario reiniciar las evaluaciones en el control de malezas para hacer frente a los cambios que ocurren en complejos más agresivos de especies.

El sorguillo es una planta perenne, los tallos miden hasta dos metros de alto, son erectos y salen de rizomas de color morado, con escamas, sin ramificaciones; los mismos son glabrosos sólidos y de nudos aplanados. Las hojas son planas, estrechas en la base y más anchas en el centro, con orillas aserradas y una vena central ancha de color más claro que la hoja; las vainas son más cortas que los entrenudos, glabras o con el collar pubescente; la lígula es una membrana rígida ciliada en la parte superior y pubescente en la parte de atrás.

La inflorescencia es solitaria y terminal en forma de pirámide (generalmente el ancho es un tercio del largo); la ramificación es verticilada. Las espiguillas se presentan de 1 a 5 pares pegadas a las ramitas; la desarticulación ocurre en la base de

cada entrenudo y en el ápice del pedicelo. Tiene espiguillas sésiles y pediceladas. Se reproduce por rizomas y semillas. En ocasiones se usa como forraje, pero si es afectada por una sequía u otra condición favorable se vuelve venenosa. Los cerdos, caballos y vacas pueden envenenarse debido al cianhídrico o hidrocianina. Es una planta hospedera del hongo (*Pyricularia oryzae*) que causa el añublo del arroz y de la mosquita de la panoja del sorgo (*Contarinia sorghicola*) plaga importante de este cultivo.

Trabajos realizados por varios investigadores en el control de la maleza *Sorghum* sp. han determinado que el herbicida basado en nicosulfuron resulta efectivo (Obrigawitch y col., 1990; Camacho y col., 1991; von Lindeman, 1993; Castillo, 1995). Salazar y Guerra (1996) encontraron que este herbicida controla eficazmente la *Rottboellia cochinchinensis*.

El objetivo del presente trabajo fue el de determinar la efectividad en el control químico de la

maleza *Sorghum* sp. que está presente en los campos de cultivo de maíz mecanizado; además, se evaluó distintas maneras de aplicar el herbicida nicosulfurón (Accent).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó a finales de 1996, en la localidad de San José, provincia de Los Santos, ubicada a 7°40.5' latitud Norte y 80°14.1' longitud Oeste. Se evaluaron seis tratamientos para el control de la maleza *Sorghum* sp.

más un testigo que se mantuvo limpio durante todo el ciclo de cultivo (Cuadro 1). Se evaluaron distintas aplicaciones de herbicidas al momento de la siembra y se complementó con la aplicación de un herbicida basado en nicosulfurón. Se compararon todos los tratamientos con el testigo químico más utilizado en la Región que es la aplicación de la mezcla de atrazina más pendimentalina.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. El

tamaño de las unidades experimentales fue de seis surcos de 5.5 m de largo con una densidad teórica de 5.33 plantas/m². Esto se obtuvo con una distancia de siembra de 75 cm entre hileras y 50 cm entre golpes, dejando dos plantas por postura. El cultivar utilizado fue el hí-

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE LA MALEZA *Sorghum* sp. EN UN CAMPO DE MAÍZ, SAN JOSÉ, PANAMÁ.

Herbicidas		Dosis producto comercial /ha		
0 dds	15 dds	lt	lt	g
1. atrazina + pend	---	3.0	3.0	
2. atrazina + pend	nicosulfuron	3.0	3.0	50
3.	nicosulfuron			50
4. glifosato	nicosulfuron	4.0		50
5. atrazina	nicosulfuron 25 dds	3.0		50
6. atrazina	nicosulfuron 15 dds	3.0		50
7. Testigo Limpio				

pend= pendimentalina

brido nacional P-8916, el cual se trató con el insecticida furatiocarb a razón de 8 g i.a./kg de semilla. La fertilización se realizó con la aplicación de 227 kg de la fórmula 15-30-8-6/ha. También se efectuó fertilización complementaria con urea. La dosis de urea fue fraccionada en dos aplicaciones, la primera a los 15-20 dds (50%) y la segunda a los 35-40 dds (50%).

Para el análisis físico-químico del suelo, se tomó una muestra com-

puesta de 0-20 cm de profundidad en cada uno de los bloques. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del IDIAP y se hizo el análisis según Díaz y Hunter (1978). El análisis de suelo se observa en el Cuadro 2.

Al momento de la cosecha se tomaron datos de rendimiento, número de plantas y mazorcas cosechadas, porcentaje de humedad del grano y rendimiento de rastrojo. A los

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL EXPERIMENTO REALIZADO EN SAN JOSÉ, LOS SANTOS, PANAMÁ.

Característica	
pH	5.20
P	Tr
K	196.00
Ca	1.98
Mg	0.78
Al	0.20
M.O	5.40
Mn	36.00
Fe	49.00
Zn	3.00
Cu	5.00
A-L-Arc	34-20-46

P, K, Mn, Fe, Zn, y Cu = mgkg⁻¹
Ca, Mg y Al = cmolkg⁻¹

Tr = Trazas
Text., MO = %

30 dds se realizó un muestreo del porcentaje del área del suelo que estuvo cubierta por el sorguillo y por distintas malezas de hoja ancha, principalmente la maleza conocida como cervulaca (*Baltimora recta*). Para el análisis estadístico de esta variable se usó la transformación de la raíz cuadrada más un medio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de grano, los componentes del rendimiento (planta y mazorcas cosechadas, mazorcas por planta y peso de mazorcas) y el resultado del muestreo de malezas realizado a los 30 dds se puede observar en el Cuadro 3. Los resultados del análisis estadístico indicaron que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos para las variables de rendimiento y algunos de sus componentes, así como para el control de la maleza sorguillo y el control de las malezas de hojas anchas (Cuadro 4).

El resultado del análisis de separación de medias utilizando Dunnett indicó que todos los tratamientos evaluados superaron al testigo químico (atrazina + pendimetalina) para las variables rendimiento de grano, plantas y mazorcas por metro cuadrado. También se encontró, al realizar el análisis de Duncan, que el testigo limpio no superó significativamente a ninguno de los tratamientos en donde se aplicaron herbicidas, para estas va-

riables. La misma relación se encontró para la variable control del sorguillo (porcentaje de suelo cubierto por la maleza); es decir, el análisis indicó que todos los tratamientos en donde se aplicó el herbicida nicosulfuron superaron al testigo químico, mientras que no se encontró diferencias con el testigo limpio (Cuadro 4).

En este experimento, todos los tratamientos con nicosulfuron presentaron valores menores al 20% de la superficie del suelo cubierta por el sorguillo. Este resultado indica el buen control de esta maleza por el herbicida nicosulfuron en dosis de 50 g/ha. Además, se pudo observar que altas incidencias del sorguillo en las parcelas (100%), ocasionan una merma significativa en el rendimiento de grano del cultivo de maíz (diferencias en rendimiento entre 1.79 y 3.0 t/ha), así como en los principales componentes del rendimiento. Entre todos los tratamientos para el control del sorguillo sobresalió el Trat. 4, el cual incluyó una aplicación de glifosato inmediatamente después de la siembra y el nicosulfuron 15 dds, en donde se

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE GRANO Y OTROS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO SEGÚN TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ENSAYO DE CONTROL QUÍMICO DEL SORGUILLO EN EL CULTIVO DE MAÍZ, SAN JOSÉ, LOS SANTOS, PANAMÁ.

Tra.	RendG t/ha	Ptm ²	Mzm ²	Maz/Pta	Peso maz	% Area con Hoja Ancha	% Area con Sorguillo
1. Atrazina + pendimetalina	2.36	3.24	2.98	0.92	77.3	0.00	100.00
2. Atrazina + pendimetalina + nicosulfuron	4.15	4.26	4.06	0.95	100.6	5.00	18.75
3. nicosulfuron	4.52	4.39	4.18	0.95	108.2	28.75	15.00
4. glifosato + nicosulfuron	5.14	4.64	4.46	0.96	115.3	80.00	2.50
5. atrazina + nicosulfuron 15	5.01	4.35	4.23	0.98	119.6	18.75	12.50
6. atrazina + nicosulfuron 25	5.20	4.67	4.44	0.95	117.5	10.00	13.75
7. Testigo limpio	5.36	4.52	4.56	1.02	117.8	0.00	0.00
DMS (Dunnett)	1.59	1.13	0.99	0.13	26.3	30.40	17.10

Testigo Químico, RendG= Rendimiento de grano, Ptm²= Planta/m², Mzm²= mazorcas/m²,
Maz/pta= Mazorcas/planta

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS PARA RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ Y OTROS COMPONENTES, AZUERO, PANAMÁ, 1996.

F. de V	RendG	Ptm ²	Mzm ²	Maz/Planta	Peso maz	% Hoja Ancha ¹	% Area con Sorgullo ¹
Rep	0.398	0.907	0.832	0.001	119.5	0.015	0.002
Trat	4.402**	0.950*	1.147**	0.004	913.2**	0.092**	0.123**
Error	0.632	0.316	0.247	0.004	172.3	0.007	0.003
C.V.	17.5	13.1	12.0	6.6	12.1	10.2	6.3

*, ** se refieren a diferencias estadísticas al 5 y 1%, respectivamente.

¹ Se le realizó el análisis a la transformación de la Raíz Cuadrada más un medio.

control de esta especie con sólo 2.5% del suelo cubierto por la misma.

En relación con el control de las malezas de hoja ancha, se encontró en los tratamientos T₃ y T₄ una mayor presencia o cobertura de la maleza cervulaca con un 28.75 y 80%, respectivamente. Este resultado se explica porque en ambos tratamientos dejó de aplicarse en pre-emergencia la atrazina. En el resto de los tratamientos el control de esta maleza fue bueno, mostrando valores menores del 19% de cobertura del suelo.

CONCLUSIONES

- ◆ El herbicida nicosulfuron en dosis de 50 g/ha controló eficazmente la maleza conocida como sorguillo (*Sorghum* sp.).
- ◆ El tratamiento en donde se aplicó glifosato a razón de 4.0 lt p.c./ha al momento de la siembra y nicosulfuron a los 15 dds resultó el más efectivo en el control del sorguillo.

- ◆ En campos en donde proliferan las malezas de hoja ancha y el sorguillo, resulta necesario aplicar la atrazina (atrazina a razón de 3.0 lt/ha) en forma de pre-emergencia y el nicosulfuron a los 15 a 20 dds.

BIBLIOGRAFÍA

- CAMACHO, R.F.; MOSHIER, L.J.; MORISHITA DEVLIN, D.L. 1991. Rhizome johnson-grass (*Sorghum alapense*) control in corn (*Zea mays*) with primisulfuron and nicosulfuron. Weed Technology 5: 189-194.
- CASTILLO, J. 1995. Control de malezas en el cultivo de maíz. Universidad de Panamá. 9 p.
- DÍAZ - ROMEN, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos y tejidos vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.

LINDEMAN, G. VON; GORDÓN, R.; GÓNZÁLEZ, A. 1993. Evaluación de la eficacia biológica del herbicida Accent 75 DF (nicosulfurón) en el control post-emergente de malezas en maíz. IDIAP. Informe para registro de plaguicidas. 13 p.

OBRIGAWITCH, T.; KENYONW, W.; KURATLE, H. 1990. Effect of application timing on rhizome johnsongrass (*Sorghum halapense*) control with DPX-V9360. Weed Science 38: 45-49.

SALAZAR, L.C.; GUERRA, F.A. 1996. Selectividad y eficacia del nicosulfuron para el control de malezas en maíz. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 42: 31-38.

COMPORTAMIENTO DE INSECTOS PLAGAS A LA APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN DOS CULTIVARES DE MELÓN EN LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ. 1996.

Román Gordón M.¹; Jorge Franco²; Andrés González²

RESUMEN

Se estableció un ensayo para medir la efectividad de insecticidas en el control de los principales insectos que atacan al cultivo de melón (*Cucumis melo*). Se evaluaron 10 tratamientos en un diseño de Bloques Completo al Azar, con tres repeticiones. Ocho tratamientos se evaluaron con el cultivar Hi-Mark y dos con Honey Dew Green Flesh. Los insecticidas evaluados fueron: endosulfan, abamectina, fenitrotión, *Bacillus thuringiensis*, Nim Semilla y dos dosis de pimetrozina (todos con el cultivar HI-Mark). Se incluyó una parcela testigo sin aplicación de insecticidas con ambos cultivares. Al evaluar la tolerancia de los cultivares al ataque de áfidos, los resultados de este ensayo indicaron que el cultivar tipo Honey Dew fue el más afectado por esta plaga; además, que el híbrido Hi-Mark es un cultivar que tolera poblaciones altas de áfidos. Al comparar el rendimiento de las dos parcelas testigos (sin aplicación de insecticidas), el cultivar Hi-Mark superó en 15.1 t/ha al cultivar Honey Dew. La reducción del rendimiento en el cultivar Honey Dew, debido al ataque de áfidos fue de 91.1%, mientras que en el Hi-Mark esta reducción representó el 32.5%, al compararlas con las parcelas protegidas químicamente. Los insecticidas endosulfan y pimetrozina en las dosis evaluadas fueron los insecticidas más efectivos en el control de áfidos. Luego a este grupo le siguieron en control los insecticidas fenitrotión, Nim Semilla y abamectina. La población de moscas blancas durante el desarrollo de este experimento fue muy baja (menos de una mosca blanca/hoja). Los tratamientos a base de endosulfan conformaron el grupo que presentó el mejor control del gusano del fruto (menos del 15% de fruta picada, al momento de la cosecha). Los mayores rendimientos totales se obtuvieron con los tratamientos a base de endosulfan, abamectina y pimetrozina, mientras que los más bajos se obtuvieron en la parcela testigo del cultivar Honey Dew.

PALABRAS CLAVES: Áfidos; mosca blanca; *Cucumis melo*; tolerancia al ataque; control químico; insecticidas.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc.; ² Agrónomo. IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero * Ing. Germán De León*, Los Santos, Panamá. e-mail: idiap_azu@cwpanama.net

INSECTS PESTS BEHAVIOR TO INSECTICIDE APPLICATION IN TWO MELON CULTIVARS IN THE AZUERO REGION, PANAMA. 1996.

A trial was carried out in order to measure the insecticide effectiveness in the control of the most important pests in melon (*Cucumis melo*). Ten treatments were evaluated in a Completely Randomized Block design, with three replications. Eight treatments were evaluated with a Hi-Mark and two treatments with a Honey Dew Green Flesh cultivar. The evaluated insecticides were: endosulfan, abamectin, fenitrothion, *Bacillus thuringiensis*, Neem seeds extract and two dosages of pymetrozin (all treatment with Hi-Mark cultivar). The trial included a tester plot without insecticide application in both cultivars. When the cultivars tolerance for the aphid attack was assessed, the outcomes indicated the Honey Dew was the most affected cultivar by the pest; in addition, Hi-Mark hybrid is a cultivar with a high aphids population tolerance. When the yields of tester plots (without insecticide application) were matched up, the Hi-Mark plot improved in 15.1 t/ha to Honey Dew plot. The yield decreased in Honey Dew, by the aphid attack, was 91.1%, whereas, the yield reduction in Hi-Mark represented 32.5%, when these were compared with insecticides protected plots (endosulfan). Endosulfan and pymetrozin, at the evaluated dosages, were the more efficient in the aphid control. Fenitrothion, Neem seed extract and abamectin, followed this group in effectiveness for the aphid control. During the trial advance, the white fly population was very low (lesser than one white fly/leaf). The treatments containing endosulfan were better in control of fruit worm (lesser than 15% of damage fruit, at the harvest moment). The highest yields were obtained with treatments in base of endosulfan, abamectin and pymetrozin, while the lowest were founded in the tester plots of Honey Dew without insecticide application.

PALABRAS CLAVES: Aphids; white flies; *Cucumis melo*; endosulfan; abamectin; pymetrozin; Neem seed; fenitrothion.

INTRODUCCIÓN

La utilización indiscriminada de los agroquímicos y, en especial, los insecticidas de amplio espectro, ha provocado que cada año se agudicen más los problemas en el

manejo de los insectos, como el control de áfidos (*Aphis gossypii*). En los últimos años, se aplicaron insecticidas en las siembras hasta dos veces por semana, totalizando al final del período del cultivo de 12 a 15 aspersiones (Domínguez, 1985).

Abud Antún (1995) informa que, en República Dominicana, para el control de áfidos y mosca blanca los insecticidas más utilizados son el endosulfan, oxamil, carbofuran, metamidofós y algunos piretroides. Gordón y col. (1993) encontraron que el endosulfan y el fenitrotión controlaron los áfidos con buenos resultados. Cabe señalar que Gordón y Franco (1990) encontraron que en las siembras tardías de melón (finales de enero) el control de los áfidos no se puede realizar con estos insecticidas. Gordón y col. (1993) encontraron que los insecticidas, a base de extractos de Nim, mostraron diferentes efectividads en el control de los insectos que se presentaron en el desarrollo del cultivo; sin embargo, la formulación a base de la semilla fue la que mejor controló los insectos. El insecticida a base de endosulfan, a razón de 1,052 g i.a./ha, fue el que mejor control ejerció de todas las plagas que se evaluaron en el experimento. Otro de los problemas entomológicos que se ha sumado a la producción de este cultivo, a partir del año 1990, es el de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), de muy difícil control con los insecticidas que usan los productores.

El uso de insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis*, para el control de insectos plagas del orden Lepidoptera, ha sido evaluado por diversos autores, encontrándose buenos resultados para la disminución del daño económico ocasionado por estas plagas (Lastres y col., 1991; Montero, 1991).

El presente trabajo tuvo como objetivos: 1) Determinar la efectividad de insecticidas de diversos orígenes en el control de las principales plagas que atacan al cultivo de melón (áfidos, mosca blanca, minadores y barrenadores del fruto); 2) Determinar la tolerancia del cultivar Hi-Mark al ataque de los áfidos; y 3) Seleccionar un insecticida específico para reducir el uso de insecticidas de amplio espectro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo Experimental del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero, localizado en el distrito de Los Santos, provincia de Los Santos. El mismo está ubicado a

7°57' latitud Norte y 80°25' longitud Oeste, a 20 msnm. La siembra del melón se efectuó el 6 de enero de 1996.

El ensayo consistió de 10 tratamientos, arreglados en un diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 10.0 m de largo, separado a 2.70 m entre surcos. La parcela efectiva fue de 8.0 m de largo, para lo cual se dejó 1.0 m a cada extremo de la parcela experimental.

El control de malezas se realizó con una aplicación de glifosato, a razón de 1,840 g i.a./ha, con posteriores deshierbas manuales por escapes en el control de algunas malezas. El abonamiento consistió de la aplicación de 454 kg/ha de 15-30-8, fraccionado en dos aplicaciones, uno al momento de la siembra y la segunda aplicación, 18 días después de la primera. Posteriormente, a los 35 días, se aplicó 182 kg de N/ha en forma de urea.

La preparación del suelo consistió de un pase de Semi Roma y tres de rastra liviana, tratando de

dejar los terrones, lo más desnudados posible. Las prácticas de control de enfermedades fueron las descritas por Carranza y col. (1989), aplicando la mezcla de metalaxil + mancozeb en dos ocasiones y mancozeb en igual número de aspersiones.

En el ensayo se evaluaron 10 tratamientos; ocho tratamientos fueron evaluados con el cultivar Hi-Mark (tipo Cantaloupe), mientras que los otros dos fueron evaluados con el híbrido Honey Dew Green Flesh (tipo Honey Dew).

Los insecticidas evaluados en el cultivar Hi-Mark fueron el fenitrotión, endosulfan, abamectina, *Bacillus thuringiensis* (Bt), pimetrozina, una formulación a partir de extractos de semilla del árbol de Nim (*Azadiractha indica*) y una parcela testigo. En el cultivar Honey Dew se evaluó el endosulfan y una parcela testigo o sin aplicación de insecticidas (Cuadro 1).

Para evaluar la tolerancia del Hi-Mark al ataque de áfidos, se realizó una comparación de contrastes no ortogonales entre los cuatro

últimos tratamientos. El cultivar Hi-Mark ha mostrado en otras ocasiones tolerancia a las altas poblaciones de áfidos, a diferencia de otros cultivares como el Honey Dew Green Flesh y Durango, que a pesar de estar sometidos a la protección de insecticidas, en dosis recomendadas y con aplicaciones semanales, su rendimiento ha sido afectado por estos insectos (Gordón y col., 1995).

Se hicieron 11 muestreos de áfidos y mosca blanca a lo largo del

experimento. Se realizó un muestreo antes de la aplicación de los tratamientos y otro posterior a la aspersión de los mismos. A cada muestreo se aplicó un análisis de varianza y las medias se separaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan.

El muestreo de áfidos consistió en tomar 10 hojas de la base de la planta de cada unidad experimental, divididos en dos submuestreos de cinco hojas. Se realizó un conteo del número de hojas colonizadas por estos insectos, transformando los datos a porcentaje de hojas colonizadas. A partir del 4 de marzo se procedió a calificar, con una escala, la intensidad del ataque. Para esto se tomó en cuenta el porcentaje de la hoja que estaba infestada por estos insectos. La escala fue dividida en tres y los valores fueron los siguientes: a) menos del 25%; b) entre 25 a 75%; y c) más del 75%.

CUADRO 1. INSECTICIDAS Y DOSIS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE INSECTOS DEL CULTIVO DE MELÓN, LOS SANTOS.

Cultivar	Insecticidas	Nombre Comercial	Dosis p.c./ha
1. Hi-Mark	<i>B.thuringiensis</i>	Agree 50	1.0 kg
2. Hi-Mark	Nim semilla	Nim	7.2 kg
3. Hi-Mark	fenpropatrina	Sumithion	1.0 lt
4. Hi-Mark	pimetrozina	Chess	0.5 lt
5. Hi-Mark	pimetrozina	Chess	1.0 lt
6. Hi-Mark	abamectina	Vertimec	80 g
7. Hi-Mark	endosulfan	Thiodan	2.0 lt
8. Hi-Mark	Testigo		—
9. H. Dew	endosulfan	Thiodan	2.0 lt
10.H.Dew	Testigo		—

Para el muestreo de las moscas blancas, se tomaron al azar 10 hojas en los primeros seis muestreos; luego del siguiente muestreo se aumentó a 30 hojas. Este muestreo fue efectuado en las hojas del medio y se contó el número de moscas blancas presentes en el envés de las hojas; en este muestreo también se dividió la parcela en dos sub-muestreos.

Al momento de la cosecha, se registró el daño del gusano del fruto (*Diaphania hyalinata*), contando el número de frutos barrenados superficialmente por el insecto. Para el análisis estadístico de todos los datos de poblaciones de insectos, los mismos fueron transformados a la raíz cuadrada más un medio.

En total, se realizaron cinco aspersiones de los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo. La primera aplicación de los tratamientos (insecticidas) se efectuó a los 24 días después de siembra (dds); las siguientes aspersiones se aplicaron de acuerdo a los muestreos de

cada semana. La época de aplicación de los tratamientos ocurrió con un intervalo de 7 a 10 días, siendo las aplicaciones a los 30, 40, 47 y 60 dds.

Se realizaron cinco cosechas en todo el período que duró el cultivo. Al momento de cada cosecha se contó el número de frutos cosechados, se midió el peso y se clasificó de acuerdo al tamaño del mismo. En el caso del cultivar Hi-Mark se clasificó en los tamaños de 9, 12, 15, 18 y 23 melones/caja. Para el cultivar Honey Dew los tamaños evaluados fueron de 4, 5, 6, 8, 9 y 10 melones/caja. Se calculó el número total de cajas cosechadas (suma total de todos los tamaños) y el número de cajas comercializables (cajas con mayor precio en el mercado). Para el cultivar Hi-Mark las cajas comercializables fueron las de tamaño 16, 18 y 23, mientras que para Honey Dew los tamaños mejor pagados fueron el 5, 6 y 8. El total del rendimiento y el número de frutos cosechados se obtuvo en cinco cosechas. Ésta se inició a finales de febrero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las moscas blancas (*B. tabaci*) se presentaron a partir de la tercera semana de siembra (22 enero). Los áfidos (*A. gossypii*) se presentaron alrededor de la cuarta semana después de la siembra (29 enero). Los gusanos barrenadores del fruto (*D. hyalinata*) incrementaron su población al inicio de la fructificación. El ataque de las moscas minadoras (*Liriomyza* sp) se presentó después de iniciadas las cosechas, pero en muy bajas poblaciones.

Control de *Aphis gossypii*

En este año, las poblaciones de los áfidos iniciaron la colonización a partir del 29 de febrero. Luego la población se incrementó en todos los tratamientos, hasta llegar a 100% de hojas colonizadas, a partir del muestreo del 4 de marzo.

El análisis estadístico de los muestreos, del 29 de enero al 29 de febrero, se realizó al porcenta-

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS POR FECHA DE MUESTREO DE ÁFIDOS EN 10 HOJAS, LOS SANTOS.

Fecha De Muestreo	Cuadros Medios			C.V. (%)
	Rep	Ins	Error	
29 Ene	0.23**	0.18 ^{n.s.}	0.37	14.6
3 Feb	0.03 ^{n.s.}	0.05 ^{n.s.}	0.14	9.9
10 Feb	0.09**	0.70**	0.14	9.1
12 Feb	0.13**	1.01**	0.18	9.5
15 Feb	0.02 ^{n.s.}	1.11**	0.53	15.1
22 Feb	0.07 ^{n.s.}	0.88**	0.49	13.2
27 Feb	0.14 ^{n.s.}	0.23 ^{n.s.}	0.51	12.4
29 Feb	0.10 ^{n.s.}	0.55**	0.47	12.0
4 Marzo	151.00 ^{n.s.}	10359.00**	1203.00	20.2
7 Marzo	454.00 ^{n.s.}	9194.00**	4805.00	39.7
12 Marzo	1576.00 ^{n.s.}	6549.00 ^a	9763.00	56.9
g.l.	3	9	26	

^a, **, ** se refieren a diferencias estadísticas al 10, 5 y 1%.

^{n.s.} diferencias no significativas.

je de hojas colonizadas por los áfidos, mientras que el análisis de los muestreos, del 4 de marzo al 12 de marzo, se realizó al porcentaje de cobertura de las hojas; es decir, a los muestreos en donde se midió la intensidad del ataque (Cuadro 2). El análisis estadístico del porcentaje de hojas colonizadas por los áfidos en los

conteos realizados el 10, 12, 15, 22 y 29 de febrero, mostró diferencias significativas al 1.0% de probabilidad. Mientras que, en los muestreos del área colonizada presentó diferencias el 4 y 7 de marzo (Cuadro 2). Los otros muestreos no presentaron diferencias significativas.

Con relación a la eficiencia en el control de los áfidos, se encontró que los tratamientos a base de endosulfan (Trat. 7 y 9) y pimetrozina en ambas dosis (Trat. 5 y 4) fueron los insecticidas más efectivos en el control, manteniendo las poblaciones de este insecto por debajo del 20% de hojas colonizadas hasta el muestreo del 22 de febrero. Luego, a pesar de que este porcentaje aumentó a 100% de hojas colonizadas en los siguientes muestreos, se encontró que la intensidad del ataque se mantuvo baja; es decir, la población de insectos fue muy baja, encontrándose valores de mucho menos del 25% de la hoja ocupada por ninfas y adultos de esta plaga (Cuadro 3).

Luego, a este grupo le siguieron en control los tratamientos a base de fenitrotion, Nim semilla y

abamectina. Los mismos mantuvieron las poblaciones de áfidos un poco más altas que el grupo anterior, pero en niveles en donde esta plaga no reduce los rendimientos. Al igual que el primer grupo de insecticidas, a pesar de presentar un 100% de hojas colonizadas, éstos presentaron un porcentaje muy cerca al 25% de la hoja ocupada por ninfas y adultos.

El tratamiento a base de *Bt* presentó una población similar, estadísticamente, al testigo sin insecticidas del cultivar Hi-Mark. Este resultado se esperaba, ya que este insecticida por estar basado en *B. thuringiensis* no ejerce ningún control sobre este grupo de insectos, que tiene aparato bucal chupador (Fuentes, 1991).

En relación con la tolerancia de los cultivares al ataque de áfidos, los resultados de este ensayo indican que el cultivar tipo Honey Dew Green Flesh es preferido por esta plaga; además, el híbrido Hi-Mark es un cultivar que tolera las poblaciones de los áfidos. En los muestreos del 29 de enero al 29 de febrero, en las parcelas testigos del Hi-Mark, se

CUADRO 3. PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS, EN EL ENSAYO DE CONTROL DE INSECTOS EN EL CULTIVO DE MELÓN.

Fecha muestreo	% Hojas Colonizadas												Intensidad ¹		
	Enero			Febrero						Marzo					
	29	3	10	12	15	22	27	29	4	7	12				
Tratamiento	20.7	0.0	7.5	0.0	7.5	12.5	52.5	40.0	<25	<25	<25				
7. Thiodan H.M.	16.5	5.0	10.0	0.0	15.0	27.5	65.0	75.0	<25	<25	<25				
9. Thiodan H.D.	20.7	10.0	0.0	0.0	7.5	20.0	65.0	50.0	<25	<25	<25				
4. Chess 0.5	0.0	0.0	2.5	0.0	20.0	55.0	90.0	45.0	<25	<25	<25				
5. Chess 1.0	22.0	13.3	10.0	16.7	6.7	83.3	90.0	100.0	<25	<25	<25				
3. Sumithion	34.1	4.2	0.0	20.0	42.5	72.5	92.5	100.0	31.2	37.5	50.0				
2. Nim Semilla	20.7	5.0	17.5	37.5	75.0	70.0	80.0	80.0	<25	<25	<25				
6. Vertimec	4.2	5.0	30.0	40.0	65.0	65.0	70.0	75.0	58.3	41.7	66.7				
1. Agree	33.5	15.0	25.0	55.0	72.5	90.0	100.0	100.0	31.2	43.7	45.0				
8. Testigo HM	37.5	17.5	92.5	92.5	87.5	97.5	100.0	100.0	>75	>75	>75				
10. Testigo HD															

¹ Se refiere al porcentaje de la hoja ocupada por áfidos (en 100% de hojas colonizadas de toda la parcela). Valores con la misma letra no difieren significativamente entre sí.

observó cómo el porcentaje de hojas colonizadas se mantuvo por debajo del observado en las parcelas testigo de Honey Dew. Luego, cuando en ambos cultivares el porcentaje de hojas colonizadas por los áfidos fue de 100%, en el Honey Dew más del 75% de la hoja estaba cubierta por ninfas y adultos, mientras que en el Hi-Mark, en ningún muestreo se alcanzó esta población (Cuadro 3).

Control de Bemisia tabaci

La población de moscas blancas durante el desarrollo de este experimento fue muy baja (menos de 1 Mb/hoja), como se puede observar en el número de estos insectos que se muestreó durante todo el ensayo (Cuadro 4). La baja población se debió a varios factores, entre éstos, las fuertes lluvias durante los meses de enero y febrero de 1996 (extemporáneas para la época), uno de los principales factores naturales de mortalidad de adultos y de ninfas. El otro factor que puede atribuirse la baja incidencia de moscas blancas fue la alta población de áfidos que se

presentó en el cultivo, de tal manera que no permitió que el número de moscas blancas por hoja aumentara.

Del análisis de varianza correspondiente a cada muestreo, se encontró diferencias estadísticas al 5% de significancia en el muestreo del 10 de febrero, mientras que en los muestreos del 27 de febrero y del 7 y 12 de marzo se encontraron diferencias al 10% de probabilidad entre los tratamientos (Cuadro 5). En los otros muestreos, las poblaciones de moscas blancas en los distintos tratamientos no difirieron estadísticamente entre sí.

De los insecticidas evaluados, los tratamientos a base de endosulfan, abamectina y pimetrozina a razón de 1.0 kg/ha, mantuvieron el mejor control de estos insectos, y los mismos conformaron el grupo que no difirió entre sí, pero fue superior a los otros tratamientos en los muestreos en donde se detectó diferencias estadísticas. Resultados similares obtuvieron Asiático y Zoebich (1992).

CUADRO 4. NÚMERO DE MOSCAS BLANCAS POR HOJA, EN EL ENSAYO DE CONTROL DE INSECTOS EN EL CULTIVO DE MELÓN.

Fecha muestreo	Enero				Febrero				Marzo		
	29	3	10	12	15	22	27	29	4	7	12
Tratamiento											
5. pimetozina 1.0	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.06	0.20
9. endosulfan H.D.	0.12	0.02	0.00	0.02	0.07	0.12	0.03	0.09	0.01	0.06	0.21
6. abamectina	0.00	0.00	0.02	0.05	0.05	0.10	0.05	0.12	0.12	0.14	0.20
7. endosulfan H.M.	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.01	0.12	0.08	0.15	0.24
4. pimetozina 0.4	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.07	0.02	0.03	0.04	0.09	0.32
3. fenitration	0.17	0.07	0.20	0.03	0.00	0.07	0.07	0.12	0.11	0.17	0.33
2. Nim Semilla	0.04	0.00	0.10	0.05	0.12	0.22	0.07	0.07	0.07	0.14	0.34
1. Bt	0.04	0.02	0.05	0.10	0.05	0.17	0.11	0.07	0.13	0.09	0.27
10. Testigo HD	0.12	0.00	0.20	0.15	0.07	0.02	0.11	0.00	0.02	0.03	0.30
8. Testigo HM	0.12	0.00	0.00	0.07	0.10	0.17	0.08	0.11	0.08	0.21	0.42

El grupo de tratamientos conformados por el fenitrotion, pime-trozina, a razón de 0.4 kg/ha y Nim Semilla, conformaron otro grupo muy similar en el control de esta plaga y superaron a las parcelas testigos. El insecticida *Bt*, al igual que en el control de áfidos, no difirió de los testigos sin aplicación, resultado que se esperaba, ya que éste no ejerce control sobre insectos de tipo chupador. En general, los daños

causados por esta plaga no fueron significativos, debido a que la población de áfidos aumentó y el cultivo entró en la época de cosecha.

Control de *Diaphania hyalinata*

Con relación al ataque del gusano del fruto, *D. hyalinata*, se encontró que hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). Los tratamientos a base de endosulfan (Trat. 7 y 9) conformaron el grupo que presentó el mejor control de la plaga (menos del 15% de fruta picada, al momento de la cosecha). Los tratamientos a base de abamectina y fenitrotion presentaron un control intermedio (entre 15 a 22% de frutos barrenados). El resto de los tratamientos, incluyendo las parcelas testigos de ambos cultivares, fueron las que mayor daño presentaron, con un promedio superior al 30% de daño.

Entre los resultados obtenidos sobresale el bajo control realizado por el insecticida basado en *Bt*, el cual presentó un porcentaje de daño de 42% de fru-

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS POR FECHA DE MUESTREO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL NÚMERO DE MOSCAS BLANCAS POR HOJAS, LOS SANTOS.

Fecha de muestreo	Cuadrados Medios			C.V. (%)
	Rep	Ins	Error	
29 Ene	0.061**	0.047 ^{n.s.}	0.098	8.2
3 Feb	0.001 ^{n.s.}	0.005 ^{n.s.}	0.016	3.5
10 Feb	0.033 ^{n.s.}	0.075*	0.095	8.1
12 Feb	0.012*	0.009 ^{n.s.}	0.063	6.6
15 Feb	0.020*	0.030 ^{n.s.}	0.057	6.3
22 Feb	0.088**	0.600 ^{n.s.}	0.178	10.7
27 Feb	0.020**	0.025 ^a	0.038	5.1
29 Feb	0.009 ^{n.s.}	0.024 ^{n.s.}	0.053	5.9
4 Mar	0.003 ^{n.s.}	0.022 ^{n.s.}	0.008	7.5
7 Mar	0.004 ^{n.s.}	0.041 ^a	0.063	6.3
12 Mar	0.012 ^{n.s.}	0.057 ^a	0.083	6.4
g.l.	3	9	26	

**,*,^a se refieren a diferencias estadísticas al 1, 5 y 10%.

** diferencias no significativas.

CUADRO 6. CUADRADOS MEDIOS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PORCENTAJE DE FRUTA PICADA, RENDIMIENTO/ha Y NÚMERO DE FRUTAS/m², CAJAS TOTALES Y CAJAS COMERCIALES. LOS SANTOS.

F. de V.	Cuadrados Medios			C.V. %
	Rep	Insect	Error	
Rend	158*	1491**	456	24.6
% Fruta picada	0.023*	0.233**	0.069	6.14
Rend Sano	154.8	1170.1**	489.1	32.8
Fruta/m ²	104.0**	1088.0**	254.0	20.4
Peso fruto	29637	1080469**	363991	11.1
Cajas Tot	71x10 ⁴ *	140x10 ⁴ *	118x10 ⁴	22.3
Cajas Comerc	16x10 ⁴ *	20x10 ⁴ **	38x10 ⁴	29.9

** , * se refiere a diferencias estadísticas al 1 y 5%.

** diferencias no significativas.

tas picadas. Se esperaba un mejor control de este insecticida, debido a que los tratamientos fueron aplicados sobre la base del aumento de la población de áfidos. Para un mejor control se debe aplicar con más frecuencia los insecticidas a base de este ingrediente activo (Fuentes, 1991). Otra posible explicación de este alto porcentaje de daño por *D. hyalinata* en

el tratamiento de *Bt*, es que todos los tratamientos fueron suspendidos siete días antes de la primera cosecha, lo que permitió un mayor daño de la plaga en general. El resultado con los tratamientos a base de pimetrozina (Chess) están de acuerdo con las expectativas iniciales del experimento, puesto que éste es un insecticida específico para insectos chupadores, el que afecta la bomba de succión de insectos del orden Homoptera (Cuadro 7).

Efecto en el Rendimiento

Los resultados de estas cosechas indicaron que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). Los mayores rendimientos totales se obtuvieron con los tratamientos a base de endosulfan, abamectina y pimetrozina, 1.0 kg/ha, mientras que los más bajos se obtuvieron con el Testigo del cultivar Honey Dew. Es importante se-

CUADRO 7. VALORES DEL RENDIMIENTO, NÚMERO DE FRUTAS/m², PORCENTAJE DE FRUTA PICADA, PESO DE FRUTO, CAJAS TOTALES Y COMERCIALES, LOS SANTOS.

Insecticidas	Rend Total t/ha	% Fruta Picada	Rend Sano (t/ha)	Frutos/m ²	Peso de fruta (gr)	Cajas Totales	Cajas Comerc
7. Thiodan Hi-M	25.5	11.7	22.59	2.18	1168	1443	575*
6. Vertimec	21.7	16.5	18.78	2.05	1050	1358	390*
9. Thiodan HD	21.5	7.0	20.02	1.42	1498	2397	1456**
5. Chess 1.0	20.0	37.5	12.97	1.75	1139	1172	457*
3. Sumithion	17.8	22.5	13.83	1.45	1227	1099	307*
8. Testigo Hi-M	17.2	34.4	11.78	1.74	970	1000	519*
2. Agree	16.4	37.3	10.32	1.64	988	932	516*
4. Chess 0.4	14.2	28.8	10.50	1.32	1058	876	415*
1. Nim Semilla	12.4	42.4	7.25	1.54	812	731	390*
10. Testigo HD	1.9	56.2	1.59	0.17	1136	342	189**

* Se refiere a la suma de las cajas de tamaño 15, 18 y 23

**Se refiere a la suma de las cajas de tamaño 5, 6 y 8

ñalar que al comparar el rendimiento de las dos parcelas testigos el cultivar Hi-Mark superó en 15.1 t/ha al cultivar Honey Dew. Esta diferencia se explica por la gran susceptibilidad del Honey Dew al ataque de los áfidos, mientras que el Hi-Mark, a pesar de ser colonizado por esta plaga, las poblaciones que se desarrollan en él son relativamente bajas, lo que le permite producir un rendimiento de fruta aceptable. De esta manera se confirma la tolerancia del Hi-Mark al ataque de áfidos.

Para las variables, número de frutos por metro cuadrado y peso de fruta, se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los tratamientos con los promedios más altos de fruto/m² se observaron en las parcelas con el cultivar Hi-Mark, principalmente en los tratamientos a base de endosulfan, abamectina y pimetrozina. Por otro lado, el tratamiento a base de endosulfan en el cultivar Honey Dew (Trat. 9) presentó los frutos de mayor tamaño, con un promedio de 1.5 kg/fruta.

La relación del tamaño de la fruta y el número de frutas comer-

ciables por caja en el cultivar Honey Dew dio por resultado que en el tratamiento a base de endosulfan se obtuviera el mayor número de cajas totales y cajas comerciales por hectárea (2,397 y 1,456, respectivamente).

CONCLUSIONES

- ☼ De acuerdo con los resultados obtenidos, el cultivar de melón Hi-Mark mostró ser tolerante al daño causado por los áfidos. Por lo que puede ser utilizado en las épocas de siembra que son más afectadas por este insecto (siembras de enero).
- ☼ El insecticida pimetrozina controló eficazmente las poblaciones de áfidos y moscas blanca, ambos insectos de tipo de alimentación chupador. El gusano del fruto no es controlado por este insecticida.
- ☼ Los insecticidas abamectina, Nim Semilla y fenitrotión son una alternativa para el control de áfidos y moscas blancas.

- ✿ El insecticida endosulfan continúa siendo uno de los insecticidas que controla eficazmente tanto insectos chupadores (áfidos y moscas blancas) como el gusano del fruto.
- ✿ Se debe evaluar otro sistema de aspersión (frecuencia de aplicaciones) para el control del gusano del fruto cuando se utilizan insecticidas con base en *B. thuringiensis*.

BIBLIOGRAFÍA

- ABUD ANTÚN, A. 1995. Plagas del melón (*Cucumis melo* L.) y medidas de control bajo el sistema integrado de plagas en República Dominicana. Conferencia presentada en el III Congreso Centroamericano y del Caribe de meloneros. San José, Costa Rica. 5-7 Julio. 18 p.
- ASIÁTICO, J. M.; ZOEBICH, T. G. 1992. Control de mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate con insecticidas de origen biológico y químico. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 24-25: 1-7.
- CARRANZA, L.; GORDÓN, R.; DE GRACIA, N. 1989. Guía técnica para el cultivo de melón. Panamá, IDIAP. 34 p.
- DOMÍNGUEZ, D. 1985. Problemas entomológicos actuales en la Península de Azuero. Informe Técnico No. 12. CATIE, Costa Rica. pp. 32-35.
- FUENTES, G. 1991. Uso de *Bacillus thuringiensis* en el control de plagas agrícolas. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 20-21: 26-33.
- GORDÓN, R. 1990. Control químico de los áfidos (*Aphis gossypii*) en el cultivo de melón en el área de Azuero. 1990. Informe Anual de Investigaciones. 4 p.

- GORDÓN, R.; FRANCO, J. 1993. Control químico de los áfidos (*Aphis gossypii*) en el cultivo de melón en el área de Azuero. 1992. Informe Anual de Investigaciones. 4 p.
- GORDÓN, R.; GUERRA, J.; FRANCO, J. 1995. Evaluación de insecticidas químicos y botánicos en el cultivo de melón en la Región de Azuero, 1994-95. 7 p. (En edición).
- LASTRES y col. 1991. Uso de *Bacillus thuringiensis* para el control de gusanos lepidópteros en melón. En Memoria del III Taller Centroamericano en fitoprotección del melón. Zamorano, Honduras. Agosto, 1991.
- MONTERO, J.F. 1991. Uso de *Bacillus thuringiensis* var *Kurstaki* para el control de plagas en cucurbitáceas. En Memoria de III Taller Centroamericano en fitoprotección del melón. Zamorano, Honduras. Agosto, 1991.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE PLANTAS DE LOS CULTIVARES DE MAÍZ P-9422, P-9490 Y 3018, AZUERO, PANAMÁ. 1997.

Román Gordón M.¹; Andrés González²; Jorge Franco²

RESUMEN

Se establecieron tres ensayos de maíz ubicados en tres áreas productoras de maíz de la Región de Azuero. El objetivo general de este ensayo fue el de evaluar la respuesta de tres cultivares comerciales de maíz a la densidad de plantas. Los cultivares evaluados fueron los nuevos híbridos nacionales P-9422 y P-9490 y el híbrido importado 3018. El diseño experimental utilizado fue de un arreglo de parcelas divididas en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Las densidades evaluadas fueron de 2.96, 6.06 y 8.88 plantas/m². La alta densidad redujo principalmente el tamaño de las mazorcas en los tres cultivares. Otro factor que se vio afectado con el aumento en población fue la cantidad de mazorcas por planta. Al aumentar la población de plantas se observó un mayor número de plantas sin mazorca. Al calcular la población de plantas que optimizó el rendimiento de grano para cada cultivar se encontró que la misma varió en las tres localidades. Los valores más altos se encontraron en Mariabé, mientras que, los más bajos se ubicaron en Purio. Se encontró que para el P-9422 la población que optimizó los rendimientos osciló entre 3.48 a 8.79 plantas/m², mientras que para el P-9490 estos valores oscilaron entre 3.75 a 6.99 plantas/m². El híbrido 3018 varió entre 6.15 a 7.32 plantas/m².

PALABRAS CLAVES: Maíz; *Zea mays*; variedades; rendimientos de grano; Panamá.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc.; ² Agrónomo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá. e-mail: idiap_azu@cwpanama.net

OPTIMAL PLANT DENSITY DETERMINATION OF CORN CULTIVARS P-9422, P-9490 AND 3018, AZUERO PANAMA, 1997.

In three different corn areas of Azuero Region was carried out three corn trials. The general objective was to assess the response of three commercial hybrids to different plants densities. The cultivars evaluated were the national hybrids P-9422 and P-9490 and the imported hybrid 3018. The experimental design used was Completely Randomized Block in a split plot arrangement with three replications. The plants densities evaluated were 2.96, 6.06 and 8.88 plants/m². The high density decreased the ear's size of the three cultivars. Another factor affected by the population growth was the number of ears by plant. When the plants increased, a great number of plant without ears were observed. The number of plants obtain the optimal yield was different at the three sites. The highest values were found in Mariabé, while the lowest was localized in Purio. The plant population for optimized the yield of P-9422 fluctuated between 3.48 and 8.79 plants/m², meanwhile, this values for the P-9490 oscillated between 3.75 to 6.99 plants/m². The optimal population for 3018 varied between 6.15 to 7.32 plants/m².

KEYWORDS: Corn; *Zea mays*; cultivars; plant population; Panama.

INTRODUCCIÓN

La generación de nuevos híbridos con mayor potencial de rendimiento ha sido uno de los objetivos planteados por parte de los técnicos del IDIAP. Dichos genotipos poseen características diferentes a los cultivares generados con anterioridad por el Programa de Mejoramiento. Esta constante liberación de nuevos germoplasmas requiere de una continua adecuación de las prácticas agronómicas que garanticen la producción potencial de estos nuevos cultivares.

Pandey y Gardner (1992); Fischer y Palmer (1984) sostienen que la tolerancia a la densidad ha sido una de las causas del aumento de los cultivares modernos. Una manera de evaluar la densidad óptima del cultivo de maíz ha sido el modelo de Duncan (1958), en donde se establece que el rendimiento por planta (Rend/planta) decrece de manera exponencial con la densidad (plantas/m²). Esta relación tiene una base teórica sólida y ha sido ampliamente validada y documentada en la literatura con muchos cultivares

y en diversos ambientes (Fery y Janick, 1971; Duncan, 1984; Bolaños y col., 1993b).

Gordón y col. (1997) encontraron que la densidad óptima de población de plantas dependió directamente de la dosis de N aplicada, siendo la población óptima más alta a medida que aumentó la dosis de nitrógeno. Se ha encontrado que las bajas densidades son una de las razones primordiales de los bajos rendimientos de maíz encontrados en los trópicos (Bolaños y Barreto, 1991; Bolaños y col., 1993a).

El objetivo general de este ensayo fue el de evaluar la respuesta de tres cultivares comerciales de maíz a la densidad de plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un ensayo de maíz ubicado en tres áreas de la Región de Azuero. El primero se sembró en la localidad de Purio (7°36.55' latitud Norte, 80°04.88' longitud Oeste); el segundo, en Mariabé (7°34.16' latitud Norte, 80°03.47' longitud Oeste) y el tercero en Los Higos (7°31.52' latitud Norte, 80°05.55' longitud Oeste), todos en el distrito de Pedasí, provincia de Los Santos.

El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar con

tres repeticiones en un arreglo de parcelas divididas. Las parcelas principales lo constituyeron los tres cultivares. Los materiales evaluados fueron los nuevos híbridos nacionales P-9422 y P-9490 y el híbrido importado 3018. En las sub-parcelas se sembraron las tres poblaciones de plantas. Las densidades evaluadas fueron de 2.96, 6.06 y 8.88 plantas/m². Para lograr estas densidades se sembró el maíz a 75 cm entre hileras y la distancia entre plantas fue de 45, 22 y 15 cm, respectivamente.

Las unidades experimentales fueron cuatro surcos de 5.0 m de largo, de los cuales, los dos surcos centrales constituyeron la parcela efectiva. En cada golpe de siembra se sembraron dos semillas, para luego ralea a una sola planta por golpe. El control de malezas se realizó con la aplicación de la mezcla de atrazina y pendimentalina, a razón de 1.5 + 1.5 kg i.a./ha. Se realizaron limpiezas manuales por escapes del control de algunas malezas. La fertilización fosfatada (SFT) consistió de la aplicación de 60 kg de P₂O₅/ha al momento de la siembra. La fertilización nitrogenada (urea) se realizó aplicando 10% de la dosis al momento de la siembra y dos aplicaciones posteriores, de 40% cada una, a los 20 y 40 días después de la siembra (dds). La cantidad de

nitrógeno total aplicada fue de 130 kg/ha.

Para estimar el contenido de clorofila en la hoja de la mazorca se utilizó un clorofilómetro modelo SPAD-502, Minolta. Esta medida fue tomada en 10 plantas de la parcela efectiva al momento de la floración. Con esta medida se puede calcular el contenido de nitrógeno de la mazorca (Gordón y col., 1993). Para el análisis físico-químico del suelo, se tomó una muestra compuesta de 0-20 cm de profundidad en cada uno de los bloques.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del IDIAP para su

respectivo análisis. El análisis de suelo por localidad se observa en el Cuadro 1.

Al momento de la cosecha se tomaron los datos de rendimiento de grano y de biomasa y el número de mazorcas y plantas cosechadas, así como el porcentaje de plantas acamadas. El rendimiento de grano se uniformizó al 15% de humedad y se calcularon los componentes de rendimiento estándares (Bolaños y Barreto, 1991). Se efectuó un análisis de varianza y de regresión para cada cultivar en las tres localidades y el combinado.

CUADRO 1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE LOS ENSAYOS, AZUERO, PANAMÁ, 1997.

	Purio	Mariabé	Los Higos
pH	6.20	5.40	5.80
P	16.00	tr	tr
K	71.00	67.00	82.00
Ca	2.30	0.80	0.60
Mg	1.34	0.42	0.35
Al	0.30	0.20	0.20
Mn	22.00	25.00	19.00
Fe	28.00	17.00	17.00
Zn	2.00	3.00	1.00
Cu	3.00	7.00	2.00
Text	40-32-28	54-22-28	44-24-32

P, K, Mn, Fe, Zn, y Cu = ug/ml

tr = Trazas Ca, Mg y Al = meq/100ml

M.O, Text. = %

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observan los análisis de varianzas del combinado, para las variables rendimiento de grano (RendG), plantas y mazorcas por metro cuadrado (Ptm² y Mzm²), peso de mazorcas (Pmz), mazorcas por planta (MxP), porcentaje de plantas acamadas (Acame), rendimiento de forraje (RendF), índice de cosecha (IndC) y porcentaje de nitrógeno en la hoja de la mazorca (CNit).

La población promedio final de plantas obtenidas de las tres localidades en este ensayo para los tres cultivares fue menor que la población inicialmente sembrada. Esta reducción fue mayor al momento de la cosecha en el híbrido P-9422 (26.31%), seguido por los cultivares P-9490 y 3018 (2.79 y 6.34%). La baja población en el P-9422 se debió a problemas en la germinación de este cultivar (Cuadro 3).

En relación con las densidades evaluadas la mayor reducción de plantas se presentó a medida que aumentó la densidad y fue disminuyendo a medida que se aumentó la distancia entre plantas. El mayor porcentaje de plantas perdidas se observó en la distancia de siembra de 15 cm entre plantas con 19%. En el P-9422 este porcentaje de pérdidas fue similar en las tres distancias de siembra, lo que confirma el problema de germinación del mismo.

El número de plantas a la cosecha en los tres tratamientos evaluados del P-9422 fue de 2.33 (2.96), 4.30 (6.06) y 6.37 plantas/m² (8.89) con rendimientos asociados de 3.40, 4.77 y 4.77 t/ha. En el híbrido P-9490 la disminución de plantas fue menor con promedios al momento de la cosecha de 3.08, 6.21 y 7.57 plantas/m² y rendimientos asociados de 3.89, 4.40 y 4.00 t/ha. Los valores de plantas encontrados al momento de la cosecha

en el 3018 fueron de 3.01, 5.66 y 7.65 plantas/m² con rendimientos asociados de 3.70, 4.79 y 4.56 t/ha, respectivamente (Cuadro 4). El mayor vigor inicial de la semilla fue un factor que permitió una mayor población final.

La alta densidad redujo principalmente el tamaño de las mazorcas en los tres cultivares evaluados. En el 3018 se observó una mayor reducción (de 125.0 a 62.4 g), debido al mayor número de plantas al momento de la cosecha. El P-9422 fue el cultivar con mayor peso de mazorca (108.5 g), pero con el menor número promedio de plantas cosechadas (4.33 pt/m²). Esta reducción del peso de la mazorca es la base de la relación exponencial del modelo de Duncan (Cuadro 3).

Otro factor que se vio afectado con el aumento en población fue la cantidad de mazorcas por planta. Al aumentar la población de plantas se observó un mayor número de plantas sin mazorca. Este factor se redujo a menos de una mazorca por planta en la densidad más alta, en cada uno de los cultivares evaluados. El P-9490 fue el híbrido con mayor número de mazorcas abortadas, sugiriendo que se ve más afectado por las altas densidades. Esta situación puede ser considerada normal, tomando en cuenta que la mayoría de los cultivares tropicales

CUADRO 3. PRINCIPALES COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE GRANO SEGÚN CULTIVARES Y DISTANCIA DE SIEMBRA, AZUERO, 1997.

Cultivares	P-9422	P-9490	3018
Ptm ²	4.33	5.62	5.44
% Pt perd.	26.31	2.79	6.34
RendG	4.32	4.10	4.35
% Acame	31.24	58.84	41.70
MxP	1.00	0.92	0.97
Pmz	108.50	86.40	91.90
CNit	2.66	2.55	2.53
RendF	6.60	6.70	5.25
Distancias	15 cm	22 cm	45 cm
Ptm ²	7.20	5.39	2.80
% Pt perd	19.0	11.10	5.30
RendG	4.45	4.65	3.66
% Acame	60.20	46.60	25.00
MxP	0.86	0.94	1.09
Pmz	71.70	93.80	121.30
CNit	2.44	2.56	2.74
RendF	6.68	6.39	5.47

no toleran altas densidades de plantas, ya que son seleccionados a baja densidad, por lo que al ser sometidos a una densidad alta tienden a abortar la mazorca. El híbrido 3018 fue el cultivar con menor respuesta a esta característica, ya que, en las tres poblaciones evaluadas mantuvo el número de mazorcas por planta similares (0.95, 0.97 y 0.99 maz/pta).

En relación con el porcentaje de plantas acamadas, se observó una alta relación y alta significancia estadística, entre la densidad y el porcentaje de acame. Se encontró que a medida que aumentó la población de plantas mayor fue el porcentaje de plantas acamadas en los tres cultivares (Cuadro 4). El híbrido P-9490 presentó los porcentajes más altos, lo que sugiere mayor susceptibilidad, debido a su mayor altura de planta. El otro factor muy relacionado al acame es el número de mazorcas por planta. En

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES RENDIMIENTO DE GRANO Y ALGUNOS DE SUS COMPONENTES DEL ENSAYO DE RESPUESTA DE DOS CULTIVARES DE MAÍZ A LA DENSIDAD DE PLANTAS, PANAMÁ, 1997.

F. de Variación	g.l.	Cuadros Medios									
		Rend G	P _{trm} ²	Mzm ²	Pmz	MxP	Acame	RendF	CNIt		
Loc.	2	44.038**	1.726	11.729**	7.291**	0.170*	10612.8 ^a	42.92**	0.783**		
Rep(Loc)	6	12.559	0.886	1.407	481.3	0.025	1815.5	5.161	0.031		
Var	2	0.705	25.481**	13.878**	7.122.5**	0.083 ^b	6987.1*	30.502**	0.261**		
Loc x Var	4	3.758 ^a	0.399	1.354	1942.9 ^a	0.019	261.3	13.009 ^a	0.155*		
Rep x Var (Loc)	11	1.394	0.955	0.748	356.2	0.027	1056.3	4.821	0.039		
Den	2	13.95**	249.2**	130.89**	3.1567**	0.702**	11362**	20.336**	1.168**		
Den x Var	4	1.930**	1.733**	4.281**	801.0**	0.134**	290.4**	4.813**	0.055**		
Loc x Var x Den	12	2.486**	0.840**	1.948**	273.8**	0.032**	728.0**	2.449**	0.041**		
Error	112	0.189	0.270	0.315	69.7	0.008	35.7	0.366	0.012		
C.V. (%)		10.2	101.0	11.8	8.7	9.4	13.6	9.7	4.3		

a, *, **, se refieren a diferencias estadísticas al 10, 5 y 1%, respectivamente.

CUADRO 4. PROMEDIO DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ENCONTRADAS SEGÚN DENSIDAD Y CULTIVARES, AZUERO, 1997.

Cultivares Dist/plantas (cm)	P-9422			P-9490			3018		
	15	22	45	15	22	45	15	22	45
	Ptm ² a la cosecha	6.37	4.30	2.33	7.57	6.21	3.08	7.65	5.66
% Plantas perdidas	28.30	29.10	21.50	14.80	0	0	13.90	6.60	0
Pmz (g)	85.80	111.90	127.70	66.90	81.20	111.20	62.40	88.20	125.00
MxP	0.86	1.00	1.15	0.78	0.85	1.14	0.95	0.97	0.99
Acame (%)	46.30	30.40	17.10	78.30	64.30	33.90	56.10	45.10	24.00
RendG (t/ha)	4.77	4.77	3.40	4.00	4.00	3.89	4.56	4.79	3.70
CNit (%)	2.55	2.62	2.80	2.38	2.50	2.78	2.39	2.56	2.64
Rendpt (g)	74.50	111.70	145.80	52.80	70.60	126.80	59.70	85.10	122.80
Mz/m ²	5.50	4.25	2.65	5.87	5.31	3.48	7.25	5.45	2.97
RendF	7.10	7.08	5.61	6.99	6.44	6.67	5.96	5.65	4.14

este mismo híbrido, la baja proporción de mazorcas por planta en la distancia de 15 cm entre plantas se debió principalmente a la gran cantidad de plantas acamadas.

Los datos obtenidos del contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca (medida con el uso del clorofilómetro) indicaron que las mediciones a bajas poblaciones de plantas (2.74) superaron de manera significativa a las obtenidas en las siembras en altas densidades de plantas (2.44). Este sugiere que en siembras con altas poblaciones la demanda de N es mayor debido a la mayor cantidad de plantas por hectárea.

Se observó que la producción de forraje fue mayor en los híbridos nacionales en comparación con el 3018. Al igual que en la producción de grano se observó que a medida que aumentó la densidad de población se produjo más biomasa.

El Cuadro 5 muestra los principales parámetros de regresión obtenidos tanto para la producción de grano como de forraje. También se presenta la población de plantas que optimiza el rendimiento para cada cultivar, por localidad y el promedio de las tres localidades. Estos resultados indican que el modelo de Duncan funcionó para predecir la respuesta de los tres cultivares a la densidad de plantas. Los bajos co-

eficientes de regresión obtenidos en el combinado señalan la diferencia existente en las tres localidades. Debido a esto, la regresión en cada localidad presentó coeficientes de regresión más altos lo que implica que son confiables. Al calcular la población de plantas que optimizó el rendimiento de grano para cada cultivar se encontró que la misma varió en las tres localidades. Los valores más altos se encontraron en Mariabé, mientras que, los más bajos se ubicaron en Purio, en esta localidad se presentó el mayor porcentaje de acame.

Se encontró que para el P-9422 la población que optimizó los rendimientos oscila entre 3.48 a 8.79 plantas/m², mientras que para el P-9490 estos valores oscilaron entre 3.75 a 6.99 plantas/m². El híbrido 3018 varió entre 6.15 a 7.32 plantas/m², siendo estos los valores más altos en las tres localidades. Debido a la característica de alta cantidad de forraje de los híbridos nacionales en comparación con el cultivar importado 3018 se esperaban estos resultados. Esta variación entre los valores óptimos se puede explicar principalmente por la variación tanto en suelo (potencial de rendimiento) como en la precipitación.

Los coeficientes de regresión para la producción de forraje son muy buenos en general, a excepción de los

CUADRO 5. PARÁMETROS DE REGRESIÓN ENTRE EL LOGARITMO DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y FORRAJE POR PLANTA Y LA DENSIDAD DE TRES CULTIVARES DE MAÍZ, SEGÚN LOCALIDADES Y COMBINADO, AZUERO 1997.

Cultivar	Rendimiento Grano			Rendimiento Forraje		
	Intercept o	Pend	R ²	Intercept o	Pend	R ²
Promedio						
P-9422	5.295 ^{***}	-0.1506 ^{***}	0.49 ^{***}	17.421 ^{***}	-0.1863 ^{***}	0.83 ^{***}
P-9490	5.341 ^{***}	-0.1827 ^{***}	0.56 ^{***}	17.337 ^{***}	-0.1792 ^{***}	0.59 ^{***}
3018	5.217 ^{***}	-0.1438 ^{***}	0.63 ^{***}	16.696 ^{***}	-0.1075 ^{***}	0.39 ^{***}
Purio						
P-9422	5.578 ^{***}	-0.2871 ^{***}	0.82 ^{***}	17.560 ^{***}	-0.2486 ^{***}	0.85 ^{***}
P-9490	5.493 ^{***}	-0.2667 ^{***}	0.89 ^{***}	17.443 ^{***}	-0.2178 ^{***}	0.78 ^{***}
3018	5.189 ^{***}	-0.1469 ^{***}	0.87 ^{***}	16.641 ^{***}	-0.0969 ^{***}	0.66 ^{***}
Mariabé						
P-9422	5.316 ^{***}	-0.1138 ^{***}	0.89 ^{***}	17.484 ^{***}	-0.1827 ^{***}	0.98 ^{***}
P-9490	5.414 ^{***}	-0.1431 ^{***}	0.92 ^{***}	17.685 ^{***}	-0.1865 ^{***}	0.93 ^{***}
3018	5.371 ^{***}	-0.1366 ^{***}	0.96 ^{***}	16.969 ^{***}	-0.1275 ^{***}	0.85 ^{***}
Los Higos						
P-9422	5.358 ^{***}	-0.1448 ^{***}	0.87 ^{***}	17.338 ^{***}	-0.1588 ^{***}	0.93 ^{***}
P-9490	5.324 ^{***}	-0.1796 ^{***}	0.69 ^{***}	17.008 ^{***}	-0.1558 ^{***}	0.58 ^{***}
3018	5.152 ^{***}	-0.1627 ^{***}	0.67 ^{***}	16.548 ^{***}	-0.1105 ^{***}	0.30 ^{***}

*** se refiere a diferencias estadísticas al 1%.

encontrados en la localidad de Los Higos, los resultados encontrados en este análisis son confiables. Es importante señalar que de acuerdo a estas ecuaciones, las poblaciones que optimaron el rendimiento de forraje son menores a las encontradas en las ecuaciones del rendimiento de grano. También se encontró que las poblaciones que producen el mayor rendimiento de forraje en el 3018 fueron más altas que en los híbridos nacionales.

CONCLUSIONES

- * El factor que más se afectó por el aumento de la densidad fue el tamaño de la mazorca, esta reducción en peso por mazorca.
- * La densidad óptima de plantas de cada cultivar varió en cada localidad evaluada; la misma fue mayor para el 3018 en comparación con los dos híbridos nacionales.
- * El porcentaje de plantas acamadas fue mayor a medida que se aumentó la densidad de plantas.

BIBLIOGRAFÍA

BOLAÑOS, J.; BARRETO, H. 1991. Análisis de los componentes de

rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990. *En Análisis de los Resultados Experimentales del PRM, 1990. Vol. 2. pp. 9-27.*

BOLAÑOS, J.; PÉREZ, J.; ZEA, J.; QUEMÉ, J.; FUENTES, M.; MENDOZA, C.; LÓPEZ, G. 1993a. Dinámica y variabilidad de los componentes de rendimiento en 28 parcelas de maíz en Centro América. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM, 1992. Vol.4. pp. 187-197.*

BOLAÑOS, J. 1993. Bases Fisiológicas del Progreso Genético en Cultivares del PRM. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM, 1992. Vol. 4. pp. 11-19.*

BOLAÑOS, J.; OBANDO, M.; URBINA, R.; MENDOZA, M. 1993B. Respuesta a densidad en cultivares del PRM. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM, 1992, Vol.4. pp. 20-26.*

DUNCAN, W.G. 1958. Corn response to density. *Agronomy Journal* 43: 23-32.

DUNCAN, W.G. 1984. A theory to explain the relationship between

corn population and yield. *Crop Science* 24: 1141-1145.

FERY, R.L.; JANICK, J. 1971. Response of corn (*Zea mays* L.) to population pressure. *Crop Science* 11: 220-224.

FISHER, K.; PALMER, A. 1984. Tropical maize. In P.R. Goldsworthy; N.M. Fischer (eds). *The Physiology of Tropical Crops*. John Wiley and Sons, New York. pp. 231-248.

GORDÓN, R. y col. 1997a. Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad de plantas, bajo dos niveles contrastantes de nitrógeno en Panamá, 1993-95. *En Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*, 1993-1995. Vol. 5. pp. 101-105.

GORDÓN R. y col. 1993. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con canavalia y mucuna bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1992-93. *En J. Bolaños y col. (eds). Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*, 1992. Vol. 4. CIMMYT, Guatemala. pp. 106-110.

PANDEY, S.; GARDNER, C. 1992. Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize populations. *Crop Science* 48: 1-87.

LAS MOSCAS BLANCAS PRESENTES EN ÁREAS HORTÍCOLAS DE LA PENÍNSULA DE AZUERO. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1999.

**José A. Guerra M.¹; Orencio Fernández²; Oscar Gutiérrez³;
Anayansi Murillo⁴; Natalia Villarreal⁵**

RESUMEN

Las moscas blancas son los insectos plaga que más afectan las zonas hortícolas tropicales y subtropicales del mundo. En el continente americano son vectores de numerosos virus fitopatógenos. Existen varias especies y biotipos de mosca blanca distribuidos en América Central y el Caribe. Con el propósito de identificar las especies y biotipos de moscas blancas existentes en la Península de Azuero, Panamá, se colectaron individuos adultos e inmaduros en diversos cultivos en 12 localidades, entre los meses de enero y abril de 1999. Esta zona está localizada entre los 7° 13' y 8° 08' de latitud Norte y los 79° 59' y 80° 59' de longitud Oeste. Se tomaron 18 muestras, de las cuales se analizaron cinco especímenes por cada una, usando la prueba molecular RAPD-PCR, con un total de 90 individuos. Los estadios inmaduros se identificaron mediante claves taxonómicas. En todas las muestras se identificó *Bemisia tabaci*. El análisis de RAPD-PCR reveló 12 individuos del biotipo A, 61 del biotipo B y 17 sin identificar, debido a errores operativos o diferencias en el patrón electroforético de los biotipos anteriores. El biotipo A se identificó en ají (*Capsicum annum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y melón (*Cucumis melo*) en tres localidades. El biotipo B se encontró en los cultivos anteriores y en zapallo (*Cucurbita pepo*) en todas las localidades. Este biotipo predominó en la mayoría de las muestras que se tomaron.

PALABRAS CLAVES: *Bemisia tabaci*; *Capsicum annum*; *Lycopersicon esculentum*; *Cucumis melo*; moscas blancas; zona subtropical; zona tropical; virosis; vectores; RAPD-PCR; plagas de plantas, Panamá.

¹ Ing. Agr. Fitotecnista. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero. IDIAP.
e-mail: idiap_azu@cwpanama.net o joangue@hotmail.com

² Ph.D. Virología. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental. e-mail: idiap_che@cwpanama.net

³ Téc. en Hortalizas y Frutales. Cooperativa de Ahorros y Crédito Avance R.L.

⁴ Estudiante, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

⁵ Bióloga, CIAT, Colombia.

THE PRESENCE OF WHITEFLIES IN HORTICULTURAL AREAS OF THE AZUERO PENINSULA. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1999.

The whiteflies are the insects plagues that more affect the tropical and subtropical horticultural zones of the world. In the American continent are plant pathogeny numerous vectors of virus. Several species and biotypes of whiteflies exist in Central America and the Caribbean area. In order to identify the species and existing of whiteflies biotypes in the Peninsula of Azuero, Panama, between January and April of 1999 were collected adult and immature individuals in diverse crops in 12 localities. This zone is located between 7° 13' and 8° 08' of North latitude and 79° 59' and 80° 59' of West longitude. Eighteen samples were taken from which five specimens by each one were analyzed, using the molecular test RAPD-PCR, with a total of 90 individuals. The immature stages were identified by means of taxonomic keys. In all the samples *Bemisia tabaci* was identified. The analysis of RAPD-PCR revealed 12 individuals of biotype A, 61 of biotype B and 17 without identifying, due to operative errors or differences in the eletroforetic pattern of the previous biotypes. The biotype A was identified in aji (*Capsicum annum*), tomatoe (*Lycopersicon esculentun*) and melon (*Cucumis melo*) in three localities. The biotype B was in the previous crops and zapallo (*Cucurbita pepo*) in all the localities. This biotype predominated in most of the samples.

KEY WORDS: *Bemisia tabaci*; *Capsicum annum*; *Lycopersicon esculentum*; *Cucumis melo*; whiteflies; RAPD-PCR; biotype B; biotype A; Panama.

INTRODUCCIÓN

En Panamá, la mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) es el insecto plaga de mayor importancia en el cultivo de tomate, principalmente porque es vector de virus fitopatógenos. Aunque Fernández, en 1983 reportó incidencia de virosis en tomate asociada a la mosca blanca, no fue hasta 1991, cuando se convirtió en plaga de importancia.

Este insecto-plaga posee una amplia distribución en el mundo, en las regiones donde se cultivan hortalizas. Es de hábito polifago, pues se ha reportado que se alimenta de más de 500 especies de plantas en el mundo, distribuidas en 74 familias, sobresaliendo las familias *Compositae*, *Cucurbitaceae*, *Leguminosae* y *Solanaceae* (Salguero, 1992).

En la Península de Azuero, el melón (*Cucumis melo*), el zapallo (*Cucurbita pepo*), la sandía (*Citrullus lunatus*) y el tomate (*Lycopersicon esculentum*) son los cultivos más atacados por la mosca blanca. Recientemente, se ha encontrado atacando y colonizando al ají (*Capsicum annum*).

Se conoce que hay unas 1,200 especies de moscas blancas en el mundo, de las cuales 30 han sido reportadas en Centro América y el Caribe (Mound y Halsey, 1978). De éstas, las más importantes en términos económicos son *Bemisia tabaci* (Gennadius) y el género *Trialeurodes*. Sin embargo, hay otras especies de importancia, señala el mismo autor, tales como *Aleurocanthus woglumi* Ashby, en cítricos; *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) en cítricos, guayaba (*Psidium guajaba*) y otros frutales; *Aleurotrachelus* sp. y *Bemisia tuberculata* Bondart y *Trialeurodes variabilis* (Quaintance) en yuca (*Manihot esculenta*) y papaya (*Carica papaya*) (Caballero, 1996).

B. tabaci tiene gran plasticidad genética que es causante del

desarrollo de razas o biotipos, que le permite mayor capacidad de adaptación y mayor agresividad.

En Panamá se conoce (o se sospecha) que la especie existente es *B. tabaci* en tierras bajas y *Trialeurodes vaporariorum* en tierras altas; sin embargo, se desconocen los biotipos y los cultivos que atacan.

Este trabajo tuvo como objetivo identificar las especies y biotipos de mosca blanca existentes en la Península de Azuero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en algunas áreas hortícolas de la Península de Azuero, localizadas geográficamente entre los 7° 13' y 8° 08' latitud Norte y los 79° 59' y 80° 58' longitud Oeste. Se colectaron individuos adultos e inmaduros en cinco cultivos de 12 localidades, entre los meses de enero y abril de 1999. Las localidades están ubicadas entre 10 msnm y 80 msnm (Cuadro 1).

CUADRO 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y ALTITUD, SEGÚN CULTIVO DE COLECTA DE MUESTRAS, AZUERO, 1999.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (mmsn)	Cultivo
Los Angeles	7°53'08"N	80°21'08"O	30	Aji
Los Santos	7°56'09"N	80°24'49"O	10	Aji
Tres Quebradas	7°50'20"N	80°24'39"O	20	Tomate
La Laguna	7°37'41"N	80°07'11"O	50	Tomate
Guararé	7°49'03"N	80°16'48"O	20	Tomate
Los Angeles	7°53'08"N	80°21'00"O	30	Tomate
San Luis	7°51'48"N	80°31'12"O	65	Tomate
Chitré	7°57'46"N	80°25'52"O	35	Tomate
El Rincón	8°07'08"N	80°37'03"O	10	Melón
Lajamina	7°35'22"N	80°07'59"O	70	Melón
La Laja	7°35'11"N	80°07'59"O	60	Melón
Peña Blanca	7°43'18"N	80°17'00"O	80	Melón
Los Santos	7°56'09"N	80°24'49"O	10	Melón
Nuevo Océ	7°41'07"N	80°09'30"O	45	Melón
El Rincón	8°07'08"N	80°37'03"O	10	Sandia
Los Santos	7°56'09"N	80°24'49"O	10	Sandia
Los Santos	7°56'09"N	80°24'49"O	10	Zapallo
Nuevo Océ	7°41'07"N	80°09'30"O	45	Zapallo

En cada localidad se colectaron 50 hojas por cultivo, excepto en el caso del tomate donde se tomaron 50 folíolos con presencia de inmaduros y de adultos de mosca blanca. En total se tomaron 18 muestras, ya que en algunos casos, había más de un cultivo en una localidad. Con los inmaduros, las hojas o los folíolos se dividieron en porciones de aproximadamente 0.50 pulg². Los especímenes se colocaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%. Las muestras se enviaron al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Cali, Colombia, para su identificación. De cada muestra se analizaron cinco individuos, para un total de 90.

Los estadios inmaduros se identificaron mediante claves taxonómicas. Los adultos se identificaron por medio de marcadores moleculares utilizando la técnica de RAPDs-PCR descrita por De Barro y Driver (1997), que consiste básicamente en la amplificación enzimática de fragmentos aleatorios de ADN, a partir del ADN total de un insecto, mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

La extracción de ADN se realizó a través del método de Markhan. Estos fragmentos se detectaron mediante electroforesis en gel agarosa. Los resultados de la reacción se visualizaron con una lámpara de luz ultravioleta y se imprimieron con un programa específico de computadora. Para este estudio, se utilizaron extracciones de ADN procedentes de individuos caracterizados como *B. tabaci*, biotipos A y B, *B. tuberculata*, *T. vaporariorum*, *T. variabilis* y *Alerotrachelus socialis*. Se utilizaron los iniciadores H9 de la Coperon Technologies Inc. de California, Estados Unidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 90 individuos analizados bioquímicamente, todos se identificaron como *B. tabaci* y correspondieron a los biotipos A y B. Estos resultados coinciden con los reportados por Hilje y col. (2000), en Costa Rica. La variante es que el biotipo A y el desconocido

se encontraron en chile jalapeño y no en ají dulce. En la localidad de Los Angeles, en cinco muestras en ají, se identificaron uno del biotipo A, tres del B y uno que no correspondió a los patrones que se tenían disponibles. Es posible que pudiera ser un género o un biotipo diferente. En la misma localidad, pero en tomate, los cinco individuos analizados correspondieron al biotipo A (Figura 1). Es importante señalar que en Tres Quebradas, de los cinco individuos analizados en tomate, cuatro correspondieron al biotipo A. Estos resultados muestran preferencia por el biotipo A hacia el cultivo del tomate, pues sólo se identificó uno en ají, en Los Angeles y ninguno en cucurbitáceas.

En Nuevo Ocú, en muestras tomadas en melón, los cinco individuos que se analizaron pertenecen al biotipo B. Igual resultó en la Laguna, pero en el cultivo de tomate. Si se considera que sólo hay 25 msnm de diferencia entre ambas localidades, esto indica que este biotipo ataca cualquier cultivo, contrastando con el biotipo A que sólo se encontró en tomate y ají.

En Los Santos, de los cinco individuos analizados en melón, dos fueron del biotipo A y tres del biotipo B. Las muestras tomadas en el cultivo de melón, en Las Lajas, cuatro de los cinco individuos se identificaron como biotipo B y uno salió defectuoso. Resultados similares se obtuvieron con las muestras procedentes de Lajamina, pero del cultivo de melón excepto uno, que no coincidió con ninguno de los patrones comparadores (Figura 1).

Los especímenes que provenían de las muestras, tanto de melón como sandía en El Rincón, resultaron ser del biotipo B, excepto uno, cuyo patrón electroforético no correspondió a ninguno de los que se disponían (Figura 1). Se observa nuevamente el biotipo B en dos cultivos diferentes, como sucedió en el caso del melón y tomate en Nuevo Ocú y La Laguna, respectivamente.

En Guararé, todos los individuos colectados en tomate, fueron identificados como del biotipo B. Igual resultado se obtuvo en las muestras de Peña Blanca, pero en

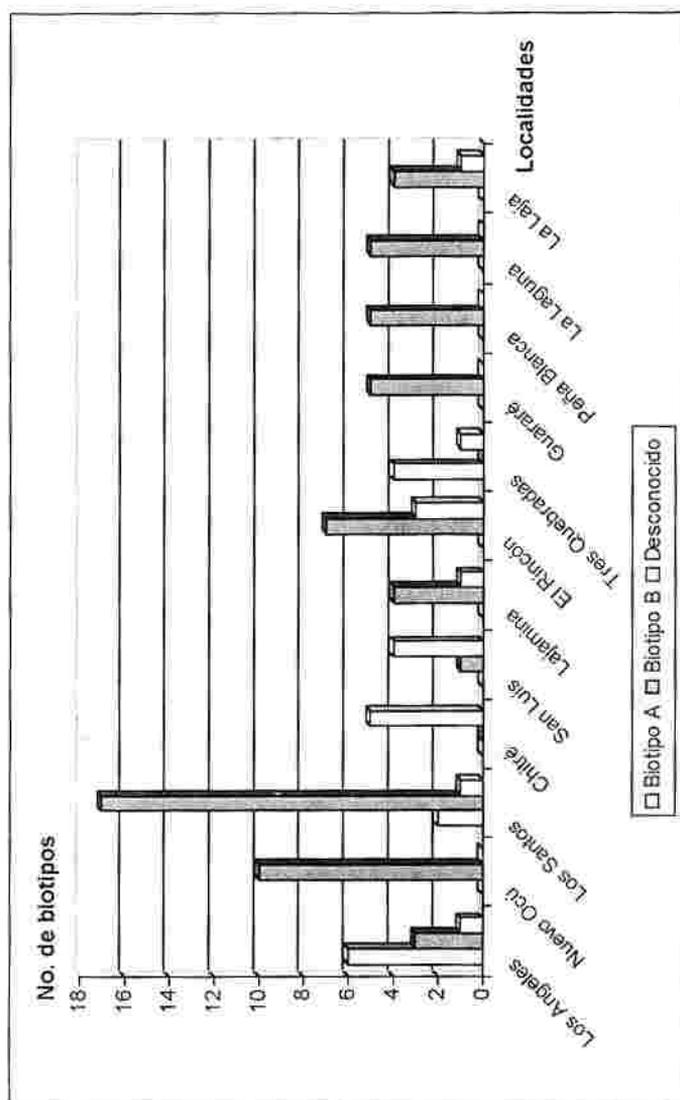


FIGURA 1. BIOTIPOS DE MOSCA BLANCA IDENTIFICADOS POR LOCALIDAD, DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO. AZUERO, 1999.

el cultivo de melón y en Los Santos en el cultivo de ají.

Cuatro de los análisis de especímenes de muestras procedentes de San Luis en el cultivo de tomate fueron defectuosos y en la única muestra que se pudo analizar, el individuo se identificó como biotipo B. Los cinco especímenes de las muestras obtenidas en zapallo, en Nuevo Ocú fueron del biotipo B.

Las muestras tomadas en los cultivos de sandía y zapallo en Los Santos, se identificaron como biotipo B, excepto un individuo de la muestra del cultivo de sandía.

Finalmente, en Chitré, en el cultivo de tomate, los patrones electroforéticos no correspondieron a ninguno de los conocidos. Estos patrones bien pudieran corresponder a otro género o biotipo de mosca blanca.

Es importante indicar que en el cultivo de tomate se habían observado otros especímenes inmaduros del insecto estudiado, de color negro con una "cenicilla" blanca a su alrededor, que se deterioraron antes

de que se analizaran. Esto confirma la teoría de un nuevo género o especie si se consideran los patrones electroforéticos desconocidos que resultaron del análisis de los adultos mediante PCR-RAPDs.

Todos los estadios inmaduros que fueron identificados mediante claves taxonómicas correspondieron a ***B. tabaci***.

Considerando sólo los cultivos, los resultados indicaron lo siguiente: en el cultivo de ají, de los 10 individuos analizados, ocho se identificaron como biotipo B, uno del biotipo A y uno cuyo patrón electroforético no correspondió a ninguno de los que se tenían como patrones comparativos. En melón, de los 30 individuos, 24 se identificaron como del biotipo B, dos del biotipo A, uno sin patrón comparativo y dos que salieron defectuosos por error operativo. Entre tanto, en el cultivo de sandía, de los 10 especímenes analizados ocho fueron del biotipo B, dos que no se pudieron identificar, porque el patrón no correspondía a los conocidos. En el cultivo de tomate,

de los 30 individuos, 11 resultaron del biotipo B, nueve del biotipo A, cinco defectuosos y cinco a patrones no conocidos (Figura 2).

Todos los individuos obtenidos en el cultivo de zapallo (10) se identificaron como del biotipo B, excepto uno que salió defectuoso (Figura 2). El biotipo B es el que causa el "síndrome de la hoja plateada" en el cultivo de zapallo, que se había observado anteriormente en la Península de Azuero; por lo tanto, estos resultados lo confirman y muestran que este cultivo sólo es atacado por el biotipo B.

La altitud en el área de estudio no fue un factor determinante, predominando el biotipo B, que representó el 67.7% de las muestras analizadas, en contraste con el biotipo A que sólo alcanzó el 13.3% y los desconocidos con el 18.8%. El biotipo B se encontró en todos los cultivos y 10 localidades de las 12 en donde se tomaron las muestras.

CONCLUSIONES

- ☀ Los biotipos de mosca blanca identificados se encuentran ampliamente distribuidos en las localidades y cultivos muestreados.
- ☀ Sin considerar el cultivo, la especie que se identificó fue *B. tabaci* y el biotipo predominante fue el B.
- ☀ El biotipo B a diferencia del biotipo A, se encontró en todos los cultivos.
- ☀ Todos los individuos caracterizados molecularmente, provenientes del cultivo de zapallo, se identificaron como biotipo B.
- ☀ La identificación del biotipo B de *B. tabaci* confirma la sospecha que se tenía de su existencia, lo que permite la implementación de prácticas de manejo más específicas, ya que este biotipo se caracteriza por su agresividad, capacidad de adaptación y es más polífaga que el biotipo A.

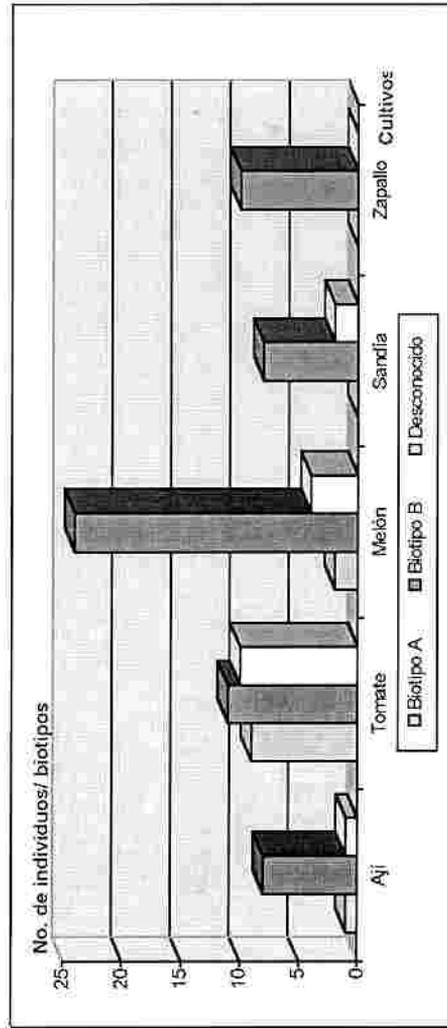


FIGURA 2. BIOTIPOS DE MOSCAS BLANCAS IDENTIFICADOS POR CULTIVO, DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO. AZUERO, 1999.

BIBLIOGRAFÍA

- CABALLERO, R. 1996. Identificación de moscas blancas. *En Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. L. Hilje (ed.). CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 1-10.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1986. Mosca blanca del cultivo de yuca: Biología y Control. Cali, Colombia. 34 p.
- DE BARRO, P. J.; DRIVER, F. 1997. Use of RAPD PCR to distinguish the biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Australian Entomology* 36: 149-152.
- FERNÁNDEZ, O.; VALDERRAMA, A.; VELÁSQUEZ. Mecanismo de transmisión y rango de hospederos de un geminivirus del tomate transmitido por mosca blanca (Inédito).
- HILJE, L.; RAMIREZ, P.; SIBAJA, G. 2000. Informe de Costa Rica. *En VIII Congreso Latinoamericano y del Caribe de Manejo Integrado de Plagas. IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca y Geminivirus*. pp. 163-166.
- MOUND, L. A.; HALSEY, S. H. 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History). London. 340 p.
- SALGUERO, V. 1992. Perspectiva para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. *En Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. L. Hilje y O. Arboleda (eds.). CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 20-26.

ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN EN TRES ESTACIONES EXPERIMENTALES UBICADAS EN EL BOSQUE TROPICAL HÚMEDO Y BOSQUE TROPICAL SECO DE PANAMÁ.

Benjamín Name ¹; José Villarreal ²

RESUMEN

Se realizó un análisis de la precipitación y de días de lluvia de tres estaciones experimentales del IDIAP, encontrándose diferencias en los niveles de precipitación y en los días de lluvia. La zona de influencia de la Estación de Guarumal presenta mayor cantidad de precipitación y de días de lluvia que Calabacito y ésta, a su vez, mayor cantidad que Río Hato. Las curvas de precipitación y de días de lluvia siguen la misma tendencia en todo el Litoral Pacífico. Este tipo de diferenciación climática deberá usarse para la selección de cultivos, la ubicación de las épocas de siembra y en el uso del seguro agropecuario. Los datos fueron captados manualmente y tabulados para determinar lluvia total diaria, mensual y anual, días de lluvia, probabilidad de lluvia y días de lluvia en el mes. Para la determinación de las probabilidades de lluvia y días de lluvia en el mes, se establecieron rangos que permitieron agrupar, en base a porcentaje, diferentes clases de probabilidades de ocurrencia de días de lluvia o de milímetros de precipitación en el mes. Luego de establecido los rangos se sumaron los años dentro de cada rango y se dividieron dentro del total de años analizados multiplicado por cien para determinar la probabilidad de ocurrencia del evento. La desviación estándar (D.S.) y el coeficiente de variación (C.V.) fueron determinados por el programa de computadora STATS de Decision Analyst, Inc., con el fin de determinar cuánto se alejan los datos de la media y la variabilidad de los datos con respecto a ésta, respectivamente.

¹ Ing. Agr., M.Sc. Edafología. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC), e-mail: idiap_div@cwpanama.net

² Químico, M.Sc. Ciencias del Suelo. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC), e-mail: idiap_div@cwpanama.net

PALABRAS CLAVES: Probabilidad de lluvia; días de lluvia; precipitación; distribución; promedio mensual; promedio total anual.

ANALYSIS OF THE PRECIPITATION IN THREE AGRICULTURAL RESEARCH STATIONS

In three IDIAP's Agricultural Research Stations a precipitation (pp) and rain days analysis was made. It was found difference in pp and rain days in all of them. The area of Guarumal Experimental Station presented more pp than Calabacito and Rio Hato. The pp and rain days curves had the same tendencies in the entire Pacific littoral. This climatic differentiation must be used for crop selection, planting time and the use the agricultural insurance. The data were manually registered and tabulated to determine total, daily, monthly and annual rain; rain days; rain and rain days probabilities per month. For monthly rains and rain days probabilities, a range was established. These permitted to group in percent base, different probabilities classes of rain days occurrence or mm of pp per month. After the ranges were established, all the years were sum in every each range and were divided by total analyzed years and multiplied per 100 to determine the occurrence probabilities of the events. The standard deviation (SD) and the coefficient of variation (CV) were determining how far is the data from the middle and the variability of the data with respect to this.

KEY WORDS: Probabilities of rain; rain's days; precipitation; distribution; month maen; total maen years.

INTRODUCCIÓN

La meteorología es la ciencia que se ocupa del estudio de la atmósfera, del estado atmosférico y del clima, por medio del examen de las condiciones atmosféricas y de sus variaciones, en el espacio y en el tiempo. Investiga asimismo las leyes que se ponen de manifiesto en dichos fenómenos, explorando sus respectivas causas y examinando sus efectos recíprocos sobre el mundo animado e inanimado de la Tierra (Bacsó, 1967).

El tiempo es el estado atmosférico instantáneo, o sea, un elemento momentáneo de una alteración de estado de carácter permanente. Constituye un fenómeno complicado y complejo, que no se puede medir con un solo instrumento, ni expresar con un solo número, ni caracterizar con una sola palabra (Fuentes, 1996). Para determinar el tiempo actual, se requieren numerosos indicadores del estado del aire, junto y paralelamente con muchos otros factores simultáneos de la atmósfera, y para caracterizarlos, es indispensable el conjunto de dichos valores,

medidos por separado el uno del otro.

Estos indicadores o elementos de la atmósfera son, en primer término, las condiciones físicas del aire, tales como temperatura, presión, humedad relativa, grado de limpieza y de transparencia, contenido eléctrico, dirección, fuerza y velocidad de movimiento. Tienen la misma importancia otros fenómenos observados en la atmósfera como la energía y duración de la radiación solar, la radiación calórica, las nubes y niebla, evaporación y las precipitaciones. Igualmente, se deben tomar en cuenta las condiciones características del suelo como temperatura y humedad del terreno.

La precipitación, en general, define el agua procedente de la atmósfera que cae sobre la superficie del globo terrestre generalmente en forma de lluvia. La precipitación atmosférica es el resultado final del movimiento ascendente del aire húmedo, el cual es enfriado por expansión más allá del nivel de

condensación del vapor de agua (Bacsó, 1967).

En latitudes tropicales, generalmente la actividad convectiva es la causa principal del ascenso del aire, por lo que se le considera, sola o en combinación con otros factores, responsable por la ocurrencia de gran parte de las lluvias tropicales. Otros factores importantes en la producción de altas cantidades de lluvia en los trópicos son: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y el relieve con elevaciones montañosas (Fuentes, 1996).

En los trópicos, la precipitación atmosférica consiste casi en su totalidad de lluvia y constituye el elemento climático más variable de todos. El total anual, su indicador cuantitativo más conocido, muestra variaciones considerables entre un lugar y otro en estas áreas. Otras características como distribución estacional, intensidad, duración y frecuencia de días con lluvia presentan también diferencias importantes en su distribución espacial (OMM, 1984).

La migración estacional de las masas de aire tropical del Pacífico y sub-tropical del Atlántico que acompañan al sol en su curso anual constituye el control dominante sobre los patrones de precipitación en Panamá. Estas migraciones, en combinación con la orografía local, establecen regímenes de precipitación bien definidos (Centella, 2001).

En la vertiente del Pacífico hay una estación lluviosa extendida y única que empieza de fines de abril a principios de mayo y persiste de fines de noviembre a mediados de diciembre. Este período se caracteriza por los máximos de precipitación coincidentes con el paso de ZCIT sobre Panamá en dirección norte (junio) y en dirección sur (octubre) en su desplazamiento siguiendo al sol en su curso anual (Centella, 2001). Entre diciembre y finales de abril se establece en esta vertiente la estación seca con ausencia casi total de lluvia. Algunas veces, en este período ocurren temporales y lluvias copiosas, causadas por incursiones de frentes fríos intensos que logran alcanzar nuestras

latitudes y que son empujados por avances vigorosos de masas enormes de aire polar, procedentes de las regiones árticas heladas.

El objetivo del presente trabajo es analizar el comportamiento de las precipitaciones y días de lluvia en las estaciones experimentales de Calabacito, Guarumal y Río Hato, del IDIAP, durante los últimos 9, 16 y 22 años de registros que se poseen de las estaciones, respectivamente. Se espera crear conciencia de las necesidades urgentes del establecimiento de estaciones meteorológicas en las áreas de investigación y de producción, de manera que se correlacione rendimientos con precipitación, especialmente en este momento en que el cambio climático es algo inminente. El análisis de la información climática de las diversas zonas apoyará en la toma de decisiones para el diseño y establecimiento de los ensayos de campo, al igual, que a los productores de las áreas, en la selección de épocas de siembras óptimas, de acuerdo a probabilidades matemáticas, mitigando las pérdidas potenciales de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de las áreas

La Estación Experimental de Calabacito del IDIAP se ubica geográficamente en la vertiente del Pacífico del Istmo de Panamá, en las coordenadas 8°14'50" de latitud Norte y 81° 04' 57" de longitud Oeste, a una elevación de 100 msnm. Los suelos se clasifican como Fino mezclado, isohipertérmico, typic plintudult, ubicados en una terraza aluvial antigua (Jaramillo, 1991). Políticamente se ubica en el corregimiento de Remance, distrito de San Francisco, en la cuenca del Río Santa María.

El régimen pluviométrico de esta región se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurren especialmente en horas de la tarde. La época de lluvia se inicia en el mes de mayo y dura hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos. Dentro de la

época de lluvias se presenta frecuentemente un período seco entre junio y agosto, conocido popularmente como "veranito" o caniculares.

La Estación Experimental de Guarumal del IDIAP se ubica al Sur de la provincia de Veraguas, en la vertiente del Pacífico sobre las coordenadas 7° 46'50" de latitud Norte y 81°10'50" de longitud Oeste, a una elevación de 10 msnm. Políticamente se ubica en el corregimiento de Guarumal, distrito de Soná, en la cuenca del Río San Pablo. Los suelos representativos de la zona se clasifican como Franco fino, mezclado, isohipertérmico ultic tropudalf, se encuentran sobre sedimentos ígneos básicamente granodiorita (Jaramillo, 1991).

La Estación Experimental de Río Hato se encuentra al Sur Este de la provincia de Coclé, en la vertiente del Pacífico sobre las coordenadas 8° 21' 00" de latitud Norte y 80° 10' 00" de longitud Oeste a una elevación de 5 msnm. Se encuentra políticamente ubicada en el corregimiento de Río

Hato, distrito de Antón. Los suelos representativos de la estación se clasifican como Fino haloisítico isohipertérmico aeritropaqualf, se encuentran sobre sedimentos aluviales antiguos altamente meteorizados (Jaramillo, 1991).

El registro de la precipitación se realizó continuamente por un período de 9, 20 y 22 años, para el caso de Calabacito, Guarumal y de la estación experimental de Río Hato, respectivamente, utilizando pluviómetros calibrados. Los datos de Calabacito y Guarumal fueron registrados por el personal del IDIAP y los de Río Hato, por el personal de la Facultad de Agronomía en la estación experimental en el área.

Según el diagrama para la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967), Calabacito y Guarumal se ubican en el Bosque húmedo tropical y Río Hato, en el Bosque seco tropical transición muy seco.

Los datos fueron captados manualmente y tabulados para determinar lluvia total diaria,

mensual y anual, días de lluvia, probabilidad de lluvia y de días de lluvia en el mes.

Para la determinación de las probabilidades de lluvia y de días de lluvia en el mes se establecieron rangos que permitieron agrupar, en base a porcentaje, diferentes clases de probabilidades de ocurrencia de días de lluvia o de milímetros de precipitación en el mes. Luego de establecido los rangos se sumaron los años dentro de cada rango y se dividieron dentro del total de años analizados multiplicado por cien para determinar la probabilidad de ocurrencia del evento .

La desviación estándar (D.S.) y el coeficiente de variación (C.V.) fueron determinados por el programa de computadora STATS de Decision Analyst, Inc., con el fin de determinar cuánto se alejan los datos del promedio y la variabilidad que éstos presentan entre sí, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el registro de los días de lluvia

mensuales ocurridos en los últimos nueve años en la Estación Experimental de Calabacito. Los meses con la menor ocurrencia de días de lluvia son los de febrero, marzo, enero y abril con un rango de 0.2 a 2.3 días de lluvia en el mes. A partir de mayo se nota un aumento apreciable en los días efectivos de lluvia, coincidiendo esto con el inicio de la época lluviosa o húmeda de la vertiente del Pacífico. Se destacan los meses de septiembre y octubre con el 18.3 y 18 días de lluvia efectiva, promedio de nueve años, respectivamente. En los días de lluvia total anual destaca el año 1997 con la menor cantidad de días de lluvia, coincidiendo este dato con la ocurrencia del fenómeno del Niño para esa época.

En el Cuadro 2 se presenta la probabilidad de ocurrencia de días de lluvia mensual en la Estación Experimental de Calabacito. Se destaca que de enero a abril existe una alta probabilidad de que ocurran cinco o menos días de lluvia en el mes. A partir de mayo, las probabilidades de mayor can-

CUADRO 1. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL - ESTACIÓN DE CALABACITO, VERAGUAS, PANAMÁ.

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1992	0	0	0	0	12	19	12	15	19	16	14	6	113
1993	5	0	3	6	13	17	11	15	25	19	13	6	133
1994	0	0	0	2	13	13	11	9	19	23	14	2	106
1995	0	0	5	7	21	21	18	20	13	23	20	8	156
1996	4	0	1	2	12	12	18	12	21	20	14	8	124
1997	5	0	0	2	5	17	6	6	14	9	16	1	82
1998	0	0	2	2	10	12	9	14	14	22	14	12	112
1999	3	2	0	0	11	22	10	17	21	13	16	11	126
2000	0	0	0	0	9	20	12	18	19	17	14	5	114
Promedio Mensual	1.90	0.20	1.20	2.30	11.60	17.00	11.90	14.00	16.30	18.00	15.00	6.50	118.00
D.S.± días	2.32	0.67	1.79	2.55	4.26	3.87	3.92	4.42	3.97	4.77	2.12	3.68	20.41
C.V. %	122.00	335.00	149.20	110.90	36.10	22.80	32.90	31.60	21.70	26.50	14.10	24.50	17.30

tividad de días de lluvia en el mes aumentan.

Los meses con la mayor probabilidad de días de lluvia en el rango de 21 a 25 días son septiembre y octubre con el 34 y 33%, respectivamente. A pesar de que mayo presenta un 11% de probabilidad de que se obtengan 21 a 25 días de lluvias, la probabilidad de que dicha cantidad sea menor es alta con el 89% de que sea menor de 15.

Para la agricultura comercial y en base a estos datos, los meses de junio a noviembre son los de mayor probabilidad de éxito en los cultivos. La época de floración de cultivos como las gramíneas

deberán coincidir con los meses de septiembre y octubre para asegurar buenos rendimientos.

En los Cuadros 3 y 4 se presenta la precipitación y el porcentaje de probabilidad de lluvia mensual en Calabacito, respectivamente. Se encuentra muy claramente demarcada la época seca entre enero y abril y la húmeda entre mayo y noviembre.

La precipitación total anual del año 1997 fue la de menor cantidad, coincidiendo el comportamiento con el de los días de lluvia por efecto del fenómeno de El Niño. Los meses con mayor precipitación son octubre, septiembre, junio y agosto, promedio de nueve

CUADRO 2. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE DIAS DE LLUVIA MENSUAL EN CALABACITO, PANAMÁ.

Rango días de lluvia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-5	100	100	100	78	11	0	0	0	0	0	0	33
6-10	0	0	0	22	22	0	33	22	0	11	0	45
11-15	0	0	0	0	56	33	45	45	33	11	67	22
16-20	0	0	0	0	0	45	22	33	33	45	33	0
21-25	0	0	0	0	11	22	0	0	34	33	0	0
26-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 3. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN mm, ESTACIÓN DE CALABACITO.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1992	0	0	0	0	220	290	180	295	380	175	120	30	1690
1993	210	0	10	100	250	445	215	400	400	300	200	50	2680
1994	0	0	0	150	223	225	134	93	351	624	309	80	2189
1995	0	0	152	244	575	412	375	247	382	626	204	112	3329
1996	48	0	19	111	386	233	348	317	485	476	222	67	2712
1997	59	0	0	104	69	492	92	43	161	275	229	4	1528
1998	0	0	38	75	135	239	180	569	345	507	834	219	3142
1999	36	19	0	0	269	466	203	474	463	351	215	200	2696
2000	0	0	0	0	212	386	214	252	465	296	341	68	2234
Prome- dio Mensual	39.2	2.1	24.3	87.1	259.9	354.2	215.7	298.9	381.3	403.3	297.1	92.2	2456
D.S.± mm	66.3	6.3	49.6	81.0	146.9	107.7	91.9	168.4	97.2	161.2	211.2	73.2	606
C.V., %	174.3	301.4	204.1	93.0	6.5	30.4	42.6	56.4	25.5	40.0	71.1	79.4	24.7

años. Aunque el período de meses con menor variabilidad en la precipitación se encuentra ubicado entre agosto y noviembre.

En el Cuadro 4 se aprecia que la probabilidad de precipitación de menos de 50 mm de lluvia es alta en los meses de enero, febrero y marzo, oscilando la misma de 78 a 100%. En los meses de abril y diciembre dicha probabilidad se encuentra en un 33%, indicando la entrada y la salida de la época húmeda, respectivamente. En los meses de septiembre y octubre probabilidades matemáticas de obtener menos de 150 mm son nulas. La probabilidad acumulada de obtener entre 201 y 600 mm de

precipitación para los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre oscila entre 78, 89, 89 y 78, respectivamente.

En los Cuadros 5 y 6 se presentan los registros de días de lluvia y la probabilidad de días de lluvia en cada mes, en Guarumal, entre 1985 y el 2000. A pesar de seguir el mismo patrón de comportamiento que en Calabacito el promedio total anual fue de 25 días más que en Calabacito con 143 en el año. La época húmeda se encuentra bien delimitada a partir de mayo con 14.8 días de lluvia, hasta noviembre con 17.2 en promedio en 16 años.

CUADRO 4. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIA MENSUAL EN CALABACITO, PANAMÁ.

Rango lluvia en mm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0-50	78	100	89	33	0	0	0	11	0	0	0	33
51-100	11	0	11	22	11	0	11	11	0	0	0	34
101-150	0	0	0	34	11	0	11	0	0	0	11	11
151-200	0	0	0	11	0	0	22	0	11	11	11	11
201-300	11	0	0	0	56	44	34	34	0	33	45	11
301-400	0	0	0	0	11	11	22	11	44	11	22	0
401-500	0	0	0	0	0	45	0	22	45	11	0	0
501-600	0	0	0	0	11	0	0	11	0	11	0	0
601-700+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	11	0

CUADRO 5. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL- ESTACIÓN DE GUARUMAL, VERAGUAS, PANAMÁ.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1985	1	0	1	7	11	19	16	17	20	22	16	10	140
1986	0	2	4	4	15	20	19	18	17	23	15	6	144
1987	0	0	1	5	10	21	18	21	16	22	12	7	133
1988	1	1	1	3	13	22	22	19	19	25	23	10	159
1989	4	0	1	1	10	11	13	13	16	21	17	10	117
1990	3	1	1	4	14	18	17	18	17	27	19	9	148
1991	2	0	5	11	20	17	19	22	21	20	12	4	154
1992	0	1	0	2	15	14	12	18	19	23	18	7	130
1993	9	0	4	6	19	20	14	17	23	18	19	2	151
1994	1	0	2	5	20	19	21	19	20	19	23	2	145
1995	0	0	0	8	10	16	11	15	15	23	14	6	118
1996	5	1	4	4	14	11	15	12	18	23	11	7	125
1997	5	5	0	4	14	15	14	11	15	19	21	4	127
1998	0	1	0	6	12	15	15	22	23	21	20	20	155
1999	7	4	3	11	20	24	19	21	22	27	23	14	185
2000	5	0	0	8	18	15	19	18	25	22	12	7	147
Promedio Mensual	2.7	1.0	1.7	5.4	14.8	16.9	16.5	17.6	19.1	22.2	17.2	7.9	143.0
D S ±	2.8	1.5	1.7	2.8	3.7	3.8	3.2	3.4	3.1	2.6	4.2	4.5	19.1
Días CV	105.2	151.0	102.4	51.8	25.1	22.8	19.7	19.2	16.1	11.8	24.5	58.2	13.4

La probabilidad de que se logren menos de 5 días de lluvia en los meses de enero, febrero, marzo y abril es alta con el 88, 100, 100 y 56%, respectivamente. El mes más lluvioso es octubre con 22.2 días de lluvia. En 1997, año en que ocurre el fenómeno del Niño, parece no haber afectado significativamente este parámetro en este sector del país. Los meses con probabilidad de 16 días de lluvia o más se ubicaron entre mayo y diciembre con 37 para mayo, 56 para junio, 56 para julio, 75 para agosto, 87 para septiembre, 100 para octubre, 63 para noviembre y 6 para diciembre.

Los promedios mensuales delimitan claramente las épocas seca (enero a abril) y húmeda mayo

a diciembre. En este sector pareciera que el realizar dos cosechas tiene altas probabilidades de éxito ya que a partir de mayo se logran más de 300 mm de precipitación mensual hasta noviembre, lográndose una humedad residual generalmente hasta fines de diciembre. El promedio anual de precipitación es del orden de 2924.5 mm.

El Cuadro 8 muestra que las probabilidades de obtener más de 200 mm de precipitación a partir de mayo son altas con 94% para los meses de mayo, junio, julio agosto y septiembre. 100% para octubre y 87% para noviembre, permitiendo esto el desarrollo de cultivos exigentes en humedad.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE DÍAS DE LLUVIA MENSUAL EN GUARUMAL, PANAMÁ.

Rango días de lluvia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-5	88	100	100	56	0	0	0	0	0	0	0	25
6-10	12	0	0	31	19	0	0	0	0	0	0	63
11-15	0	0	0	13	44	44	44	25	13	0	37	6
16-20	0	0	0	0	37	37	44	50	56	25	38	6
21-25	0	0	0	0	0	19	12	25	31	62	25	0
26-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0

CUADRO 7. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN MM, GUARUMAL, VERAGUAS, PANAMÁ.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1985	10	0	6	74	204	281	167	384	310	489	180	117	2704
1986	0	35	56	109	437	494	299	382	216	767	206	46	3047
1987	0	0	10	49	321	591	334	331	348	477	299	130	2880
1988	10	14	40	65	189	382	505	374	419	684	452.5	149	3283
1989	24	0	60	18	303	296	348	214	268	507	331	254	2623
1990	38	15	16	96	680	499	253	384	379	660	314	220	3454
1991	23	0	49	162	649	231	422	319	323	290	188	112	2868
1992	0	8	0	68	355	397	285	395	530	406	254	85	2783
1993	105	0	68	81	356	350	227	524	475	423	401	100	3118
1994	5	0	53	151	899	170	341	360	434	371	559	25	3168
1995	0	0	0	148	287	280	252	527	186	510	399	105	2894
1996	72	20	120	66	452	410	336	468	401	439	256	100	3146
1997	107	61	0	56	237	218	289	239	268	284	440	69	2270
1998	0	40	0	138	221	266	284	444	455	360	407	323	2939
1999	113	52	16	178	244	803	255	424	482	559	428	200	3554
2000	41	0	0	160	475	496	516	185	697	450	204	103	3341
Promedio Mensual 16 años	33.0	15.3	31.1	101.4	368.3	372.9	320.9	371.4	387.0	478.9	332.4	134.7	2924.5
D.S.± mm	41.7	20.0	34.6	46.7	149.9	133.0	82.8	97.7	129.4	135.6	112.0	79.6	382.2
C.V., %	128.4	134.8	111.2	48.1	40.6	35.9	23.9	26.9	33.4	28.3	34	58.4	13.4

El comportamiento de los días de lluvia y de la precipitación siguen la misma tendencia en la Estación de Río Hato, pero es marcada la diferencia en las cantidades menores que se dan en promedio en la zona.

El promedio de días de lluvia mensuales en la época seca van desde 1.8 en enero, pasando por 0.3, 0.4, y 2 en febrero, marzo y abril, respectivamente (Cuadro 9). La época de lluvia, que se origina en mayo, tiene 8 días de lluvia para ese mes y luego su máximo en junio y octubre, con el 10.1 y 10.7, respectivamente. El total de días de lluvia se vio fuertemente afectado por

el año del Niño de 1982 con 49 días de lluvia y de 1997 con 46 días de lluvia.

El total anual de días de lluvia fue del orden de 72, muy por debajo de los 118 y 143 logrados anualmente, en promedio, en las zonas de Calabacito, de San Francisco y Guarumal de Soná, respectivamente.

Los meses más secos con probabilidades de que se obtengan menos de 5 días de lluvia son enero, febrero, marzo y abril con el 96, 100, 100 y 91%, respectivamente. Diciembre

CUADRO 8. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIA MENSUAL EN GUARUMAL, PANAMÁ.

Rango de lluvia en mm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-50	75	88	69	12	0	0	0	0	0	0	0	12
51-100	6	12	25	44	0	0	0	0	0	0	0	19
101-150	19	0	6	19	0	0	0	0	0	0	0	44
151-200	0	0	0	25	6	6	6	6	6	0	13	6
201-300	0	0	0	0	31	38	50	12	19	12	31	13
301-400	0	0	0	0	25	19	25	50	25	12	19	6
401-500	0	0	0	0	19	25	6	19	38	38	31	0
501-600	0	0	0	0	13	6	13	13	6	19	6	0
601-700+	0	0	0	0	6	6	0	0	6	19	0	0

CUADRO 9. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL EN MM, ESTACIÓN DE RÍO HATO, COCLÉ, PANAMÁ.

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agó.	Sept.	Óct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1977	0	0	0	0	6	17	10	14	9	11	6	2	76
1978	0	0	0	9	16	12	9	6	10	8	11	6	89
1979	0	0	0	0	5	10	10	12	10	13	14	5	79
1982	0	0	0	4	5	7	7	7	4	13	6	1	49
1983	0	0	0	3	10	11	7	7	12	6	7	10	76
1984	0	0	0	0	7	11	14	8	10	13	8	1	72
1985	0	1	0	0	4	10	8	11	7	13	9	9	72
1986	0	0	0	8	7	11	3	9	10	18	8	1	76
1987	0	0	0	1	6	8	9	9	12	9	7	2	64
1988	0	0	0	0	9	12	8	9	10	13	9	5	76
1989	5	0	0	0	4	15	6	11	9	9	9	6	74
1990	4	0	0	2	6	8	6	14	8	10	11	6	74
1991	3	0	1	0	13	8	10	6	9	13	10	6	80
1992	3	0	0	2	4	9	7	5	8	9	8	2	56
1993	5	0	0	3	8	4	9	8	8	4	11	2	52
1994	1	0	4	3	10	12	7	11	9	19	14	2	92
1995	1	0	0	3	11	9	11	4	11	13	16	6	85
1996	5	3	0	0	16	11	9	7	8	12	8	7	85
1997	0	0	0	0	9	10	5	3	8	9	9	0	46
1998	0	0	0	1	7	10	8	9	9	12	12	1	77
1999	5	1	3	4	10	8	6	9	13	6	6	4	77
2000	7	1	1	1	9	8	5	10	7	5	6	4	64
Promedio Mensual 22 años	1.6	0.3	0.4	2.0	7.96	10.1	7.9	8.7	9.1	10.7	9.4	4.5	72.0
D.S.± días	1.7	0.4	0.6	2.4	2.2	1.4	1.5	3.6	3.0	2.1	2.1	1.0	10.8
C.V. %	94.4	116.7	137.6	118.5	27.9	13.7	19.5	41.5	33.2	19.7	22.1	23.1	14.8

CUADRO 10. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE DÍAS DE LLUVIA MENSUAL EN RÍO HATO, PANAMÁ.

Rango días de lluvia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-5	96	100	100	91	32	4	14	14	5	9	0	59
6-10	4	0	0	9	50	55	77	59	77	41	68	36
11-15	0	0	0	0	14	36	9	27	18	41	27	5
16-20	0	0	0	0	4	5	0	0	0	9	5	0
21-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

presenta un 59% de probabilidad de que se obtengan menos de 5 días de lluvia.

Los meses con la mayor probabilidad de días de lluvia son octubre con 50% y noviembre con 32% de probabilidad de que se tengan más de 11 días.

En el Cuadro 11 se presenta el registro de la precipitación promedio de los últimos 22 años. Se observa la misma tendencia de las otras zonas bajo estudio con la diferencia de que en la época seca y la húmeda de esta zona es más marcada la deficiencia hídrica. En 1982 el efecto del año del Niño acentuó la deficiencia hídrica con solo 790 mm de precipitación anual y nuevamente el mismo fenómeno en 1997 con 706 mm. El mes de más precipitación es octubre con 173 mm en promedio. Seguido de junio con 149. La época húmeda se extiende desde mayo con 127 mm a noviembre con 137. El promedio anual es del orden de 1066 mm de precipitación.

En el Cuadro 12 se presenta la probabilidad de lluvia mensual

encontrándose que en enero, febrero, marzo y abril la probabilidad de lograr menos de 50 mm es de 91, 100, 100 y 77%, para estos meses, respectivamente. El mes de diciembre, el inicio de la época seca tiene 41% de probabilidad de obtener menos de 50 mm de precipitación. En la época húmeda, de mayo a noviembre, la probabilidad de obtener más de 100 mm de precipitación es de 63% en mayo, 78 en junio, 45 en julio, 50 en agosto, 54 en septiembre, 86 en octubre y 64% en noviembre. Esto indica la necesidad sentida de seleccionar cultivos de temporal con una baja exigencia de humedad. Igualmente que la zona se adecúa perfectamente a cultivos que se manejen bajo sistemas de riego.

En relación a la (D.S.) desviación estándar, dentro de cada área, desvíos grandes indican evidentemente que el conjunto de datos en estudio es heterogéneo, tienen una gran dispersión en sus elementos. Desvíos pequeños al contrario indican homogeneidad, una dispersión pequeña. Al

**CUADRO 11. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN mm.
ESTACIÓN DE RÍO HATO, PANAMÁ.**

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1977	0	0	0	0	25	156	127	350	104	113	67	63	1047
1978	0	0	0	66	173	86	50	56	170	227	225	71	1126
1979	0	0	0	0	63	177	58	50	70	242	205	76	941
1982	0	0	0	56	120	178	106	72	32	153	63	4	790
1983	0	0	0	7	148	182	90	121	160	185	166	93	1152
1984	0	0	0	0	136	141	136	83	278	171	154	29	1128
1985	0	15	0	0	43	137	56	159	97	180	77	91	835
1986	0	0	0	90	116	154	40	165	219	329	240	51	1434
1987	0	0	0	3	79	119	119	139	173	115	67	123	937
1988	0	0	0	0	101	244	81	70	107	234	89	55	981
1989	32	0	0	0	29	76	204	175	111	138	122	100	987
1990	49	0	0	23	68	241	70	164	63	125	91	43	955
1991	15	0	35	0	191	100	93	61	220	139	103	120	1078
1992	20	0	0	18	43	92	74	137	104	318	139	19	964
1993	48	0	0	83	130	108	122	165	95	67	259	25	1102
1994	6	0	27	81	246	139	57	187	95	255	171	30	1294
1995	6	0	0	15	192	161	256	66	85	131	210	47	1179
1996	107	44	0	0	329	121	219	77	184	212	140	78	1511
1997	0	0	0	0	38	143	157	13	99	156	100	0	705
1998	0	0	0	9	171	181	145	80	70	70	161	228	1116
1999	35	5	22	13	233	229	61	77	218	216	111	52	1272
2000	87	20	10	16	111	76	82	296	91	50	49	35	923
Promedio Mensual 22 años	18.4	3.8	4.3	21.8	127.4	149.3	109.7	127.0	129.3	173.0	136.8	69.7	1066
D.S± mm	31.9	10.4	9.1	10.5	17.3	77.7	38.0	115.2	76.3	95.1	52.6	32.0	222.4
C.V %	173.3	274.2	212.6	48.2	13.6	52.0	34.6	90.7	59.0	55.0	38.5	45.8	20.9

CUADRO 12. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIA MENSUAL EN RÍO HATO, PANAMÁ.

Rango de lluvia en mm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-50	91	100	100	77	23	0	9	9	5	5	4	41
51-100	5	0	0	23	14	22	46	41	41	9	32	46
101-150	4	0	0	0	32	32	27	14	18	27	23	9
151-200	0	0	0	0	18	32	4	27	18	23	18	0
201-300	0	0	0	0	9	14	14	5	18	27	23	4
301-400	0	0	0	0	4	0	0	4	0	9	0	0
401-500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
501-600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
601-700 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

comparar los días de lluvia y los mm de precipitación se encuentra más uniformidad en la época seca indicando que la variabilidad en esta época es menor que en la húmeda. Las épocas secas tienden a ser siempre secas, esto es, mantienen las características de poca precipitación y pocos días de lluvia. El (C.V.) coeficiente de variación es otro parámetro que nos da la D.S. en porcentaje de la media indicando ésta, que entre más pequeña, más uniformidad de los días de lluvia y de los mm de precipitación a través de los meses y de los años. Generalmente los C.V. obtenidos son más pequeños, por lo tanto indican más uniformidad, en la época húmeda, tanto para los días de lluvia como los mm de precipitación. Esto permite concluir que en la época húmeda tanto los días de lluvia como los mm de precipitación tienden a mantenerse dentro de los márgenes tabulados para cada mes a través de los años. Es más probable encontrar en un año, un coeficiente de variación alta en la época seca que en la de lluvia.

En la Figura 1 se compara la precipitación anual total en las es-

taciones experimentales de Guarumal, Calabacito y Río Hato. Se observa claramente que la cantidad de lluvia anual es muy superior en Guarumal seguido de Calabacito y Río Hato. Los años del Niño de 1982 y 1997 se manifiestan más fuertemente en Río Hato coincidiendo con la disminución en la precipitación, aunque en las otras zonas se nota el mismo comportamiento. Sin embargo, aún en años en que se presenta El Niño, se observa suficiente cantidad de lluvia como para desarrollar cultivos o pasturas.

En la Figura 2, se compara la cantidad anual de días de lluvia en las tres áreas estudiadas. Se puede verificar que al igual que la precipitación total, la frecuencia de lluvias fue muy afectada por los años en que se presentó El Niño. Igualmente en 1999, cuando se presentó el fenómeno de La Niña, se observa un aumento en la frecuencia de estas. En todos los años la frecuencia de lluvias es menor en la estación de Río Hato.

Las Figuras 3 y 4 indican que los meses que presentan la ma-

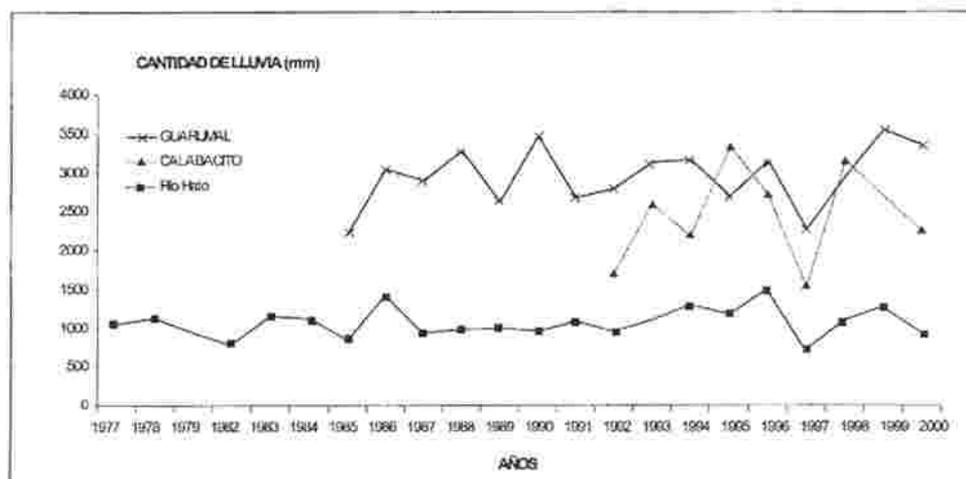


FIGURA 1. PRECIPITACIÓN ANUAL EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

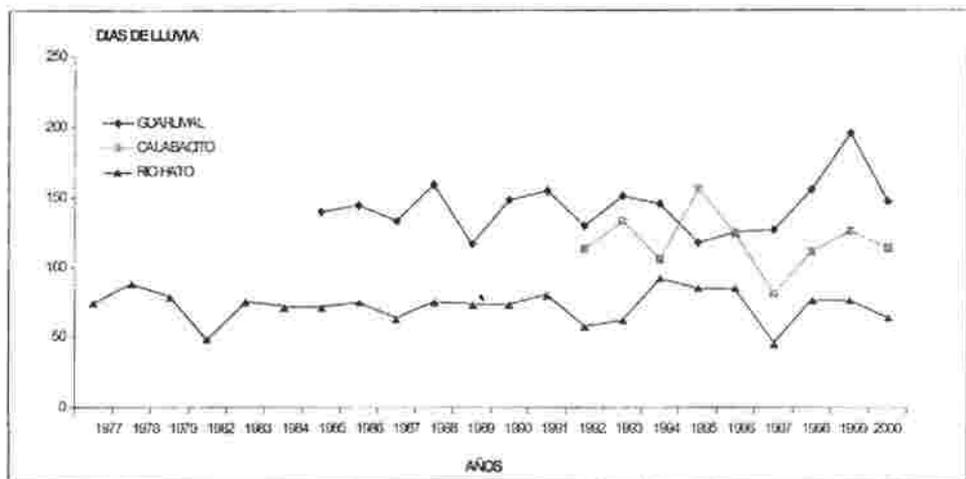


FIGURA 2. DÍAS DE LLUVIA EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

yor frecuencia de lluvias y precipitación son junio, septiembre y octubre, lo que se puede observar que se repite en todas las zonas del estudio.

La Figura 5 nos indica que en la Estación de Guarumal, desde junio hasta noviembre tenemos 100% de probabilidad de tener más de 10 días de lluvia, igualmente en la Estación de Calabacito en los meses de junio, septiembre y noviembre. En la Estación de Río Hato, sin embargo, se encuentra apenas un 40% de probabilidades de obtener la misma frecuencia de lluvias.

La Figura 6 deja claro que en la Estación de Guarumal entre mayo y noviembre podemos esperar que haya más de 100 mm de precipitación en la zona. Igualmente, en la estación de Calabacito se puede esperar una probabilidad de obtener igual precipitación entre junio y noviembre, indicando esto que, en estas dos zonas no debe existir problemas de déficit de humedad para los cultivos. En Río Hato, por el contrario, solamente en el mes de octubre nos acercamos a un 80% de probabilidad de obtener esta cantidad de lluvia. Esta zona presenta serio

riesgo para algunos cultivos más exigentes como el arroz.

CONCLUSIONES

- El estudio climático permite diferenciar zonas con comportamiento diferentes en días y milímetros de precipitación.
- Para la recomendación de cultivos y épocas de siembras se requiere de este tipo de estudio que permite diferenciar el comportamiento histórico de las condiciones de clima por zonas.
- De las zonas estudiadas, Guarumal, históricamente, ha presentado mayor cantidad de días de lluvia y de milímetros de precipitación que Calabacito y, éste, a su vez, más que Río Hato.
- En las tres zonas estudiadas, los meses de febrero y marzo registran el menor número de días de lluvia.
- El efecto de los años niños en Guarumal presenta menor severidad que en Calabacito y Río Hato.

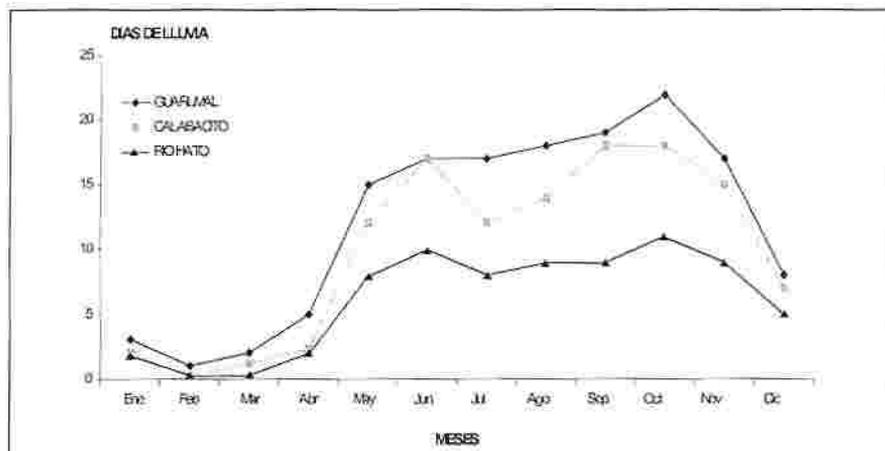


FIGURA 3. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

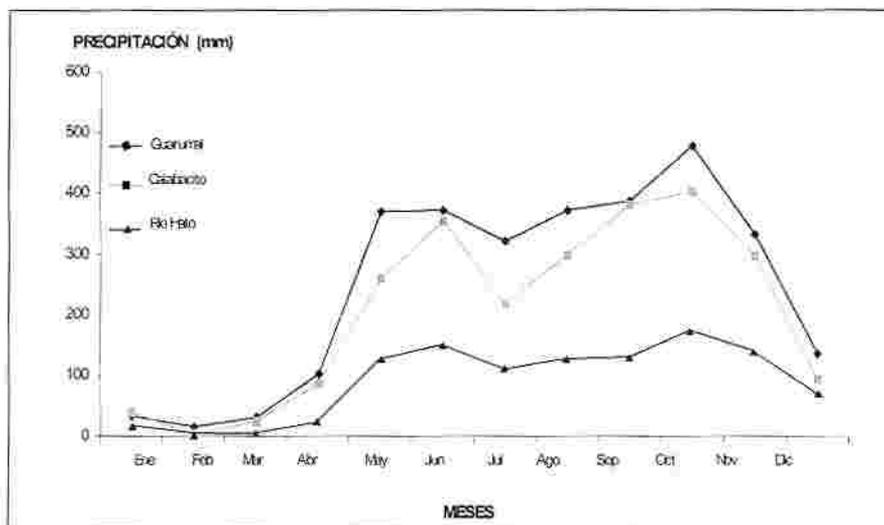


FIGURA 4. PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO EN ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

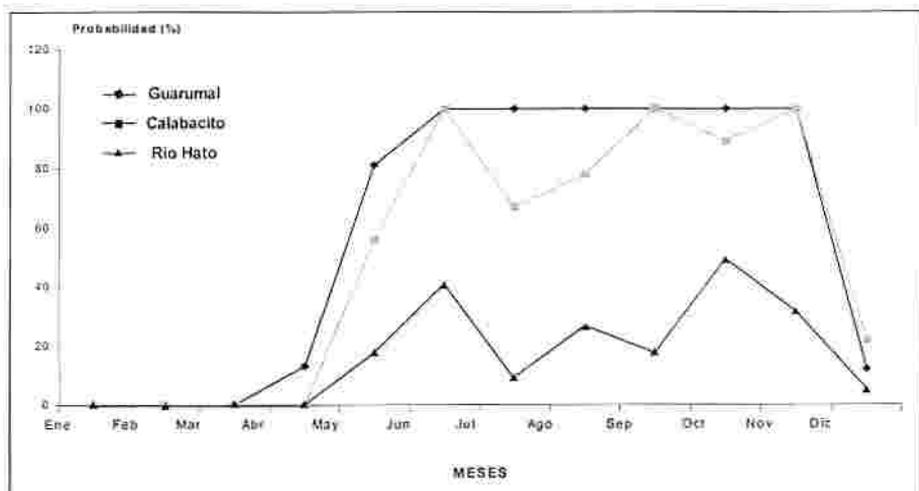
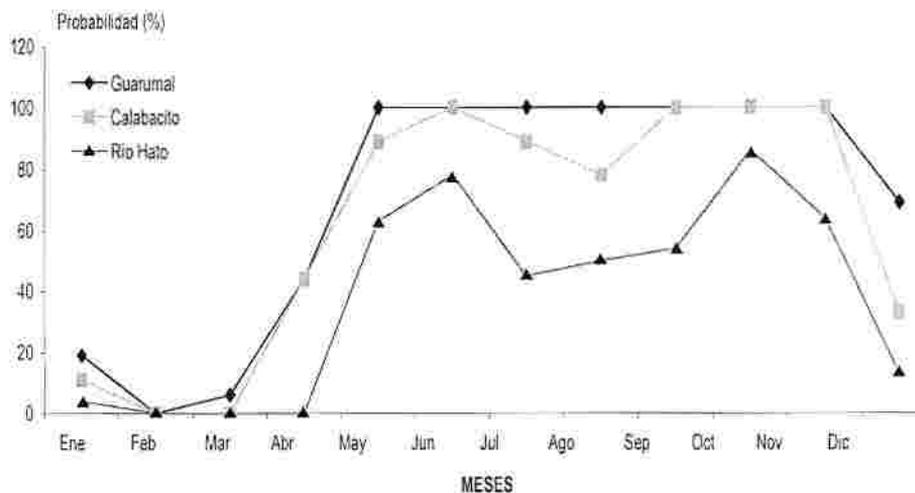


FIGURA 5. PROBABILIDAD DE OBTENER MÁS DE 10 DÍAS DE LLUVIA EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.



EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

- A pesar de mantener las mismas tendencias en el comportamiento de las épocas secas y de humedad las diferencias marcadas en cantidad de días de lluvias y de cantidad de agua en mm de lluvia nos obligan a diferenciar zonas para la selección de épocas de siembras, selección de cultivos y el uso del seguro agropecuario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- Establecer estaciones meteorológicas completas para el análisis climático a largo plazo en todas las estaciones experimentales del IDIAP.
- Realizar el análisis de datos climáticos históricos del IRHE - ETESA para el resto del país para buscar tendencias y comparar zonas.
- Asociar el análisis de datos climáticos a tipo de suelo y rendimiento de cultivo.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al personal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá, en Río Hato, quienes a través de 22 años consecutivos tomaron las lecturas de precipitación y que gentilmente proporcionaron los datos. Igualmente, al personal de campo del IDIAP en las estaciones de Calabacito y Guarumal.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, C.; ALFARO, R.; CAICEDO, A. 1992. Análisis y utilización de la Información de Lluvia en el Centro de Investigación Nataima. Revista ICA. Vol. 27, Octubre - Diciembre 1992.
- BACSÓ, N. 1967. Introducción a la Agrometeorología. Instituto del Libro, La Habana, Cuba. 322 p.
- BATISTA, G.L.; TEIXEIRA, M.; FERREIRA, E. 2000. Tendencias Climáticas para os tabuleiros costeiros da

região de Cruz das Almas,
Bahia. Bahia Agric. 4 (1): 1-3.

CENTECLA, C. 2001. Descripción general del clima en Panamá. Gerencia de Hidrometeorología y Estudios, ETESA. Boletín Técnico.

COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL DEL FENOMENO LA NIÑA. 1998. Efecto del Fenómeno sobre los diferentes sectores y las acciones para su recuperación. Panamá. Seminario Taller ETESA.

FRAGA, R. de C.; ALMEIDA, C.F.; VIJAGRAN, M.; MOREIRA, N. M. 1996. Análise da frequência hidrológica dos dados de precipitação pluvial de algumas estações agroclimatológicas da região sul do Rio Grande Do Sul. Ciencia Rural, Santa María 26(3): 351-355.

FUENTES YAGÜE, J. L. 1996. Iniciación a la Meteorología Agrícola. Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Mundi-Prensa. Madrid, España. 225 p.

HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center (Revised edition), San José, Costa Rica.

JARAMILLO, S. 1991. Pedones de Campo y Estaciones Experimentales del IDIAP. Boletín Técnico N° 38. IDIAP

KWIECINSKI, B. 1999. Las Manifestaciones de "El Niño" y "La Niña" en Panamá. Red de Investigación Biológica sobre eventos El Niño (RIBEN). Seminario Taller, Universidad de Panamá. Memorias. pp. 99-09.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. 1984. La Climatología Urbana y sus aplicaciones, con especial referencia a las Regiones Tropicales. OMM. Boletín Técnico N° 652.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B. 1998. Metodo-

logía de la Investigación. 2a. ed. McGraw-Hill Companies, México. 501 p.

ZÚÑIGA, E. 1993. Evaluación de un modelo predictivo de lluvias en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 17(1): 49-54.

WOOD MAN, R. 1999. Modelo estadístico de pronóstico de las precipitaciones en la Costa Norte del Perú. Publicado en: *El Fenómeno de El Niño, investigación para una prognosis*, 1er. Encuentro de Universidades del Pacífico Sur; Piura – Perú. *Memorias*. pp-91–108.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE ESPECIES POCO CONOCIDAS DE *Leucaena*

Bolívar R. Pinzón ¹; Rubén Montenegro ²; Pedro Argel ³

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental de Gualaca en un suelo inceptisol, ácido y de baja fertilidad, en un diseño experimental irrestrictamente al azar, con tres repeticiones. Se evaluaron 16 especies del género *Leucaena* en cuanto a adaptación, reacciones a la presencia del insecto *Heteropsylla cubana*, rendimiento de materia seca y calidad de las mismas. La especie *L. collinsii* subsp. *zacapana*, *L. esculenta* subsp. *esculenta* y *L. lempirana*, mostraron poco vigor y hojas amarillas; posiblemente afectadas por el bajo pH del suelo y alto contenido de aluminio. El resto mostró buen vigor y hojas verdes normales. Las especies *L. leucocephala* x *L. pallida* y *L. collinsii* subsp. *collinsii* presentaron un 25% de desprendimiento de hojas, producto del ataque del insecto *Heteropsylla*; el resto no fue afectado. La especie *L. trichandra* produjo cinco veces más forraje ($P < 0.05$) que *L. esculenta* subsp. *esculenta* y *L. collinsii* subsp. *collinsii*. Los contenidos de proteína cruda (PC) de las especies fueron altos y variaron ($P < 0.01$) entre 18.4% para *L. lempirana* y *L. macrophylla* subsp. *nelsonii* y 24.0% para *L. collinsii* subsp. *collinsii*. No se registraron diferencias ($P > 0.05$) entre los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fósforo (P) y calcio (Ca) entre las especies evaluadas, con valores promedio, respectivamente, de 49.18%, 0.17% y 0.58%, siendo bajos, a excepción del Ca. Se concluye que las especies más adaptadas a suelos ácidos de Gualaca y que mostraron altos rendimientos, superiores a 3,000 kg de materia seca por hectárea, cosechadas cada 60 días fueron: *L. trichandra*, *L. macrophylla* subsp. *nelsonii*, *L. leucocephala* subsp. *glabrata* y *L. lanceolata*.

PALABRAS CLAVES: *Leucaena*; *Leucaena leucocephala*; suelo ácido; *Heteropsylla cubana*; Panamá.

1 Ing. Agr., M.Sc. Suelos. Estación Experimental de Gualaca, Centro de Investigación Agropecuario Occidental (CIAOC), IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

2 Agr., asistente. Estación Experimental de Gualaca, Centro de Investigación Agropecuario Occidental (CIAOC), IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

3 Ph.D. Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). e-mail: pargo@iica.ac.cr

PALABRAS CLAVES: *Leucaena*; *Leucaena leucocephala*; suelo ácido; *Heteropsylla cubana*; Panamá.

AGRONOMIC EVALUATION OF LITTLE KNOWN SPECIES OF *Leucaena*

The present study was conducted at the Experimental Station of Gualaca in an inceptisol soil of poor fertility, in a completely randomized design with three replications. There were evaluated 16 species of *Leucaena* considering adaptability, reaction to the presence of *Heteropsylla cubana* insect, dry matter yield and its quality. The specie *L. collinsii* subspecie *zacapana*. The *L. esculenta* subspecie *esculenta* and *L. lempirana* showed poor vigor and yellow leaves, possibly due to the pH of the soil and high content of aluminium. The remain ones showed good vigor and normal green leaves. The species *L. leucocephala* x *L. pallida* and *L. collinsii* subspecie *collinsii* presented about 25% of defoliation because of insect attack of *Heteropsylla cubana*; the rest ones were not attacked. The specie *L. trichandra* predecod five times more forage ($P < 0.05$) than *L. esculenta* subspecie *esculenta* and *L. collinsii* subspecie *collisini*. Crude protein contents (CP) of the species were high and varied ($P < 0.01$) from 18.4% of *L. lempirana* and *L. macrophylla* subspecie *nelsonii* to 24.0% of *L. collinsii* subspecie *collisini*. There were not differences ($P > 0.05$) among *in vitro* digestibility values of the dry matter (DIVMS), phosphorus (P) and calcium (Ca) of all evaluated species, with respective mean values of 49.18%, 0.17% and 0.58%. These values were low, excepted the one for calcium. It was concluded that the more adaptive species to Gualaca acid soils and showed high dry matter yields, higher than 3000 kg/ha, cut at 60 days, were *L. trichandra*, *L. macrophylla* subspecie *nelsonii*, *L. leucocephala* subspecie *glabrata* and *L. lanceolata*.

KEY WORDS: *Leucocephala* species; *Heteropsylla cubana*; dry matter; calcium; phosphorus; crude protein.

INTRODUCCIÓN

El género *Leucaena* es miembro de la familia *Leguminosae* y ha demostrado ser valioso cuando se utiliza como forraje de alta calidad para el ganado, madera, com-

bustible, pulpa, sombra, protección de cultivos, reforestación, control de erosión, abono verde, postes para cerca viva, materia prima para la industria, así como alimento para consumo humano de las hojas, vainas y semillas (Pound y Martínez,

1985; Hughes, 1993; 1998). La especie *Leucaena leucocephala* se caracteriza por su alta producción de forraje de buena calidad, resistencia a la sequía y tolerancia a la salinidad; sin embargo, requiere pH cerca de la neutralidad, altitudes bajas, no tolera la sombra, establecimiento lento y, en la mayoría de los casos, es atacada fuertemente por el insecto chupador *Heteropsylla cubana*, causando fuerte defoliación (Pound y Martínez, 1985; Castillo y Shelton, 1994; Hughes, 1998).

Debido al gran potencial que presenta la leguminosa *L. leucocephala* y a que en Panamá se han realizado estudios aislados, se hizo necesario evaluar estas nuevas especies, en cuanto a su adaptación, reacciones al ataque del insecto *Heteropsylla cubana*, productividad y calidad de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental de Gualaca, provincia de Chiriquí, ubicado a 8° 39' 20" latitud Norte y

82° 10' 10" de longitud Oeste y a 70 msnm; con una precipitación media anual de 4,000 mm, durante el período comprendido de enero a diciembre de 1999 y temperatura media anual de 26°C, en un suelo Inceptisol, de textura franco arenoso-arcilloso, con un pH de 4.6; medio en materia orgánica (4.0%); bajo en fósforo (1.0 mg/kg); medio en potasio (0.12 cmol/kg); bajo en calcio (0.14 cmol/kg); bajo en magnesio (0.14 cmol/kg) y alto en aluminio (1.1 cmol/kg).

Se estudiaron 16 especies del género *Leucaena* (Cuadro 1), procedentes del Instituto Forestal de Oxford (OFI) a través del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Se utilizó un diseño experimental irrestrictamente al azar, con tres repeticiones. Las especies de *Leucaena* fueron establecidas con semilla gámica, inoculada a una distancia entre plantas de 0.50 m y entre surcos de 1.50 m en hileras de 5 m de largo. Ninguna especie recibió fertilización de establecimiento.

Las variables en estudio para determinar adaptación de las especies de *Leucaena* al área de

CUADRO 1. ESPECIE DE LEUCAENAS, NÚMERO Y ORIGEN DE PROCEDENCIA

ESPECIES	N°	ORIGEN
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i>	OFI 56/88	Guatán (Guatemala)
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i>	OFI 52/88	Narciso Mendoza (México)
<i>L. diversifolia</i> subsp. <i>diversifolia</i>	OFI 83/92	Jalapa de Díaz (México)
<i>L. trichandra</i>	OFI 53/88	Los Cuates (Guatemala)
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i>	OFI 47/87	San Martín Pachivía (México)
<i>L. leucocephala</i> x <i>L. pallida</i>	OFI 52/87	San Pedro Chapulco (México)
<i>L. lanceolata</i>	OFI 43/85	San Juan (México)
<i>L. kempirana</i>	OFI 6/91	Cuyamapa (Honduras)
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i>	OFI 34/92	Wamanalo (USA)
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>Nelsonii</i>	OFI 47/85	San Isidro (México)
<i>L. multicapitula</i> (Testigo)	OFI 81/87	Los Santos (Panamá)
<i>L. pallida</i>	OFI 14/96	CSIRO Composite (Australia)
<i>L. pulverulenta</i>	OFI 83/87	Altos Cumbres (México)
<i>L. salvadorensis</i>	OFI 17/86	La Garita Choluteca (Honduras)
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>Magnifica</i>	OFI 19/84	Chiquimula (Guatemala)
<i>L. trichoides</i>	OFI 61/88	Jipijapa (Ecuador)

Gualaca, se hicieron a los 50 días después de la siembra, basándose en el vigor de las plantas y coloración de las hojas. La determinación del daño causado por el insecto *Heteropsylla cubana*, se realizó cada 60 días, utilizando la escala empírica de 1 a 9 de Wheeler y Brewbaker (1990), (Cuadro 2).

A los 150 días de establecidas las especies, se hizo un corte de uniformidad a una altura de 0.50 m y posteriormente, cada 60 días, para tomar datos de rendimiento de forraje. Entre junio de 1999 y noviembre de 2000 se realizaron seis cortes y de cada especie se tomó muestra de forraje de 0.450 kg.

Se utilizó la AOAC (1970) para los análisis de materia seca (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fósforo (P) y calcio (Ca).

Se realizó el análisis de variación de la información obtenida y se determinaron los niveles de significancia entre tratamientos mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adaptación

De las 16 especies de *Leucaena*, tres de ellas (*L. trichoides*, *L. salvadorensis* y *L. pulverulenta*) mostraron mala germinación, por lo que no fue posible su evaluación. *L. zacapana*, *L. esculenta*, *L. collinsii* y *L. lempirana*, mostraron poco vigor y hojas amarillentas, posiblemente afectadas por la acidez del suelo, alto contenido de aluminio y a bajos valores de fósforo, calcio y magnesio en el suelo, además de poca nodulación en las raíces. De acuerdo a Brewbaker (1987b) y Hughes (1998), una de las limitantes más serias en la adaptación de *Leucaena* es el pH ácido y altos contenidos de aluminio en el suelo. El resto de las especies de *Leucaena* mostraron buen vigor y mantuvieron sus hojas con una coloración verde normal.

❖ Daños causados por el insecto *Heteropsylla cubana*

La limitación más seria de *L. leucocephala* es la susceptibilidad

CUADRO 2. ESCALA DE INTERPRETACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR EL INSECTO *Heteropsylla cubana*.

ESCALA	INTERPRETACIÓN
1	No se observa daño en hojas jóvenes
2	Enroscamiento leve en hojas jóvenes
3	Extremos y hojas jóvenes enroscadas y amarillas
4	Extremos y hojas jóvenes seriamente enroscadas, amarillentas y recubiertas con savia
5	Pérdida hasta un 25% de hojas jóvenes
6	Pérdida hasta un 50% de hojas jóvenes
7	Pérdida hasta un 75% de hojas jóvenes
8	Pérdida hasta un 100% de hojas jóvenes y en crecimiento de hojas viejas
9	Tallos manchados con pérdida total de hojas

al insecto *Heteropsylla cubana*, chupador de la savia, que se alimenta de brotes en desarrollo, ocasionando en muchos casos defoliación completa del árbol (Hughes, 1998). La *L. leucocephala* × *L. pallida* OFI 52/87 y *L. collinsii* subsp. *collinsii* OFI 52/88, presentaron hojas amarillas y desprendimiento de las mismas, alrededor de un 25%, correspondiente a la escala 5 de Wheeler y Brewbaker (1990) (Cuadro 2); el resto de las especies de *Leucaena* clasificaron en la escala 1 (no se observaron daños en hojas jóvenes).

Algunas especies tales como: *L. zacapana*, *L. lempirana*, *L. diversifolia*, *L. multicapitula*, *L.*

pallida y *L. magnifica* mostraron amarillamiento, no ocasionado por el insecto, posiblemente provocado por la acidez y altos valores de aluminio en el suelo. En términos generales, la mayoría de las especies de *Leucaena* no mostraron ataques severos del insecto *Heteropsylla*, mostrando algo de resistencia al mismo. Al parecer, no hay una definición clara del ataque de este insecto a la gran gama de especies de *Leucaena*; sin embargo, en varios países del Asia se ha encontrado que las accesiones *L. collinsii*, *L. esculenta*, *L. pallida*, *L. diversifolia* y *L. trichandra* mostraron buena resistencia al ataque del insecto, mientras que *L. shannonii* es sus-

ceptible (Castillo y Shelton, 1994; Dzwowela y Kamara, 1995; y Farruqui y Gupta, 1998). En el ámbito de Latinoamérica, en experimentos regionales Argel y Pérez (1998) reportaron ataques del insecto en: *L. salvadorensis*, *L. collinsii* subsp. *zacapana* y *L. multicapitula* y buena tolerancia en *L. macrophylla* subsp. *nelsonii* y *L. collinsii*.

❖ **Producción de materia seca y calidad nutritiva de las especies del género *Leucaena***

El análisis de variancia de rendimiento de materia seca (MS) de las especies de *Leucaena*, indicó diferencia ($P < 0.05$) entre especies. El Cuadro 3 muestra los rendimientos de materia seca, éstos fueron mayores ($P < 0.05$) en *L. trichandra* con 3,538 kg MS/ha/corte, superando hasta cinco veces a la especie de menor producción, *L. collinsii* subsp. *collinsii* que produjo 701 kg MS/ha/corte.

El promedio general por corte de todas las especies fue de 2,165

kg MS/ha/corte, siendo superado por *L. trichandra*, *L. macrophylla* subsp. *nelsonii*, *L. leucocephala* subsp. *glabrata*, *L. lanceolata*, *L. leucocephala* x *L. pallida* y el testigo *L. multicapitula*, proveniente de la provincia de Los Santos. Las bajas producciones del resto de las especies de *Leucaena* pueden deberse a pobre adaptación y a las condiciones de suelo descritas previamente.

Investigaciones realizadas por Oakes y Foy (1984) y Hutton (1995) indican que *L. trichandra* crece mejor en suelos ácidos que la variedad *L. leucocephala* y, que esta tolerancia no es sorprendente, dado que esta especie frecuentemente se encuentra como árbol de subdosel en bosques de pino en Centroamérica, con frecuencia en suelos del orden litosoles, muy delgados, fuertemente lixiviados y bajos en nutrimentos. Esto explica el por qué la *L. trichandra* fue la de mayor producción. Trabajos realizados por Argel y Pérez (1998) en Atenas, Costa Rica, coincidieron con el presente trabajo donde las mejores especies de *Leucaena*, en cuanto a

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y CALIDAD NUTRITIVA DE *Leucaena*, ESTABLECIDAS EN GUALACA, CHIRIQUI.

ESPECIES	%				
	kg MS/ha/ corte/cada 60 días	PC	DIVMS	P	Ca
<i>L. trichandra</i> 53/88	3538 a	21.8 abcd	46.6 a	0.18 a	0.59 a
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>Nelsonii</i> 47/85	3357 ab	18.5 d	48.0 a	0.17 a	0.52 a
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>Glabrata</i> 34/92	3307 ab	21.4 abcd	47.5 a	0.15 a	0.57 a
<i>L. lanceolata</i>	3057 ab	23.5 ab	50.8 a	0.16 a	0.58 a
<i>L. leucocephala</i> x <i>L. Pallida</i> 52/87	2599 ab	20.8 abcd	48.7 a	0.19 a	0.59 a
<i>L. pallida</i> 14/96	2378 ab	19.0 cd	47.5 a	0.17 a	0.54 a
<i>L. multicapitula</i> 81/87 (Testigo)	2172 ab	23.3 ab	49.8 a	0.18 a	0.56 a
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>Magnifica</i> 19/84	1990 ab	21.5 abcd	46.8 a	0.15 a	0.63 a
<i>L. diversifolia</i> subsp. <i>Diversifolia</i> 83/92	1793 ab	19.8 bcd	51.3 a	0.16 a	0.58 a
<i>L. lempirana</i> 6/91	1636 ab	18.3 d	46.8 a	0.16 a	0.57 a
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>Zacapana</i> 56/88	910 ab	22.6 abc	49.2 a	0.19 a	0.62 a
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>Esculenta</i> 47/87	740 b	21.7 abcd	50.0 a	0.19 a	0.57 a
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>Collinsii</i> 52/88	701 b	24.0 a	56.0 a	0.20 a	0.61 a
Promedio	2165	21.17	49.18	0.17	0.57

abcd. Valores promedios con una o más letras en común, no difieren significativamente (P>0.05)

producción de materia seca, fueron la *L. trichandra* y *L. leucocephala* subsp. *glabrata* (cv. Tarramba en Australia), no así para *L. collinsii* que fue la de menor rendimiento de materia seca (Cuadro 3). Otras informaciones encontradas en este experimento coinciden con las que reporta Brewbaker (1987b), quien indicó que *L. leucocephala* subsp. *glabrata* produce altos rendimientos, entre 40-80 toneladas de forraje fresco por hectárea por año, cuando la humedad no es limitante.

El análisis de variancia de los contenidos de proteína cruda (PC) de las especies mostraron diferencias ($P < 0.01$), variando entre 18.4% para la *L. lempirana* y *L. macropylla* subsp. *nelsonii* y 24% para la *L. collinsii* subsp. *collinsii* (Cuadro 3). Estos valores son altos y parecidos al promedio de todas las *Leucaenas* que encontraron Stewart y Dunsdon (1998) en Honduras.

El análisis de variancia para DIVMS de las especies *Leucaena* no indicó diferencias entre éstas ($P > 0.05$), aunque se encontró mayor contenido en *L. collinsii* subsp.

collinsii (56%) en contraste con la *L. shannonii* subsp. *magnifica* y *L. trichandra* (46% ambas). El promedio de DIVMS de todas las especies de *Leucaena* (Cuadro 3) fue de 49.18%, considerado como bajo; sin embargo, fue superior a la reportada por Stewart y Dunsdon (1998), de 44.5%.

El análisis de variancia para los contenidos de P y Ca de las especies de las *Leucaena* no fue significativo ($P > 0.05$) los valores promedio de P y Ca en el forraje (Cuadro 3) fueron de 0.17 y 0.57%, respectivamente, considerados bajos, pero aceptables, de acuerdo a Fick y col. (1978).

CONCLUSIONES

- ◆ La mayoría de las nuevas especies de *Leucaena* se adaptaron a las condiciones de suelo ácidos, con altos contenidos de aluminio y baja fertilidad, con excepción de tres especies que mostraron poco vigor y coloración amarilla en las hojas.

- ◆ Se presentaron ataques leves del Insecto *Heteropsylla cubana* en las especies de *Leucaena*, a excepción de *L. leucocephala* x *L. pallida* y *L. collinsii* subsp. *collinsii*.
- ◆ Las especies de *Leucaena* que presentaron mayor rendimiento de materia seca fueron: *L. trichandra*, *L. macrophylla* subsp. *nelsonii*, *L. leucocephala* subsp. *glabrata* (cv. Tarramba) y *L. lanceolata*.
- ◆ A excepción de los contenidos de proteína cruda y calcio, los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca y fósforo, de todas las nuevas especies de las *Leucaena* mostraron valores bajos.

BIBLIOGRAFÍA

- ARGEL, P.J.; PÉREZ, G. 1998. Adaptation of new species of *Leucaena* in Costa Rica, Central America. Preliminary Results. In H. M. Shelton, R.C. Outteridge, B.F. Mutlen and R.A. Bray (eds.). *Leucaena: Adaptation, Quality and Farming Systems*. ACIAR Proceedings (86): 146-149.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC). 1970. Official Methods of Analysis of AOAC. 2nd ed. Washington, D.C. 1015 p.
- BREWBAKER, J.L. 1987b. *Leucaena*; a multipurpose tree genus for Tropical Agroforestry. In Steppler, H.A. and Nair, P.K. (eds.). Agroforestry; decade of Development International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. pp. 289-323.

- CASTILLO, A.C; SHELTON, H.M. 1994. *Psyllida* resistance, growth and biomass production of *Leucaena* accessions in Queensland, Australia. Nitrogen-Fixing Tree Research Reports (12): 90-95.
- DZOWELA, B.H.; KAMARA, C.S. 1995. *Leucaena* in subhumid Southern Africa. In Shelton, H.M; Piggitt, C.M. and Brewbaker J.L. (eds.). *Leucaena*. pp. 142-145.
- FARRUQUI, A. S.; GUPTA, K. S. 1998. Evaluation of *Leucaena* species for *Psyllid* resistance by IGFRI, LEUCNET NEWS. The Newsletter of the International *Leucaena* Research and Development Network (5): 27.
- FICK, K. R.; McDOWELL, L. R.; HOUSER, R.H. 1978. In Proceedings Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with grazing ruminants. Conrad, J. H. and McDowell, L.R. (eds.). IFAS, University of Florida, Gainesville, USA. pp. 149-162.
- HUGHES, C.E. 1998. *Leucaena*. Manual de Recursos Genéticos. Oxford Forestry Institute Department of Plant Sciences. University of Oxford Tropical Forestry. Paper 37. 279 p.
- HUGHES, C.E. 1993. *Leucaena* Genetics Resources. The OFI *Leucaena* Seed Collection and a Symposium of Species Characteristics. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford. 15 p.
- HUTTON, E.M. 1995. Very acid soil constraints for tree legumes likes *Leucaena* and selection and breeding to overcome them. In Evanns, D.O. and Szott, L.T. (eds.). Nitrogen-Fixing Tree for acid soils. Proceedings of Workshop, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Nitrogen-Fixing Tree Research Reports Species Issue. pp. 258-264.

- OAKES, J.L.; FOY, C.D. 1984. Acid soil tolerance of **Leucaena** species in greenhouse trials. Journal of Plant Nutrition 7: 1759-1774.
- POUND, B.; MARTÍNEZ, L. 1985. **Leucaena**: Su cultivo y utilización. Overseas Development Administration, Londres. 289 p.
- STEWART, J.L.; DUNSDON, A.J. 1998. Preliminary evaluation of potencial fodder quality in a range of **Leucaena** species. Agroforestry Systems 40:177-198.
- STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics, a biological approach. 2nd ed. McGraw-Hill Publishing, Co. New York, USA. 480 p.
- WHEELER, R.A.; BREWBAKER, J.C. 1990. An evaluation of results from the **Leucaena psyllid** trial network. Leucaena Reports. 11 p.

EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE UREA EN UNA MEZCLA DE SAL MINERALIZADA PARA EL SUMINISTRO A LIBRE CONSUMO DE PROTEÍNA A NOVILLOS

Manuel Humberto Ruiloba¹; Carlos I. Saldaña²

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento con el propósito de estudiar la respuesta de novillos al suministro de urea por medio de una mezcla de sal mineralizada. Se prepararon dos mezclas de sal mineralizada-urea a base de sal común, harina de hueso (20%) y 25% (T25) y 50% (T50) de urea. Estas mezclas fueron suministradas, a libre consumo, a novillos confinados a base de heno de *Brachiaria humidicola*. El consumo de la mezcla T25 fue mayor ($P<0.10$) al de la mezcla T50, 263 y 151 g/animal/día, respectivamente. El consumo de sal común también fue mayor ($P<0.10$) con T25; en cambio, no hubo diferencia significativa ($P>0.15$) entre tratamientos en el consumo de urea y heno. En ambos tratamientos los novillos ganaron peso vivo, 298 y 255 g/animal/día con T25 y T50, respectivamente, aunque esta diferencia no fue significativa ($P>0.15$). El consumo promedio de proteína cruda fue de 358 g/animal/día, lo que equivale sólo a 67% de los requerimientos de mantenimiento y ganancia de peso de los novillos. Esto sugiere algún cambio fisiológico, posiblemente a nivel del rumen, que favoreció la utilización del nitrógeno disponible. El costo diario de las mezclas consumidas fue de B/0.050 y 0.034 por animal con T25 y T50, respectivamente. Se concluye que bajo las condiciones estudiadas, las mezclas a base de sal común y harina de hueso resultaron un medio práctico y económico de suministro de urea a los novillos.

PALABRAS CLAVES: Novillo, urea, sal con urea, suplementación.

1 Ph. D., Nutrición Animal. Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca.
Centro de Investigación Agropecuaria Occidental, IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

2 M.Sc. Producción Animal. Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca.
Centro de Investigación Agropecuaria Occidental, IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

EVALUATION OF TWO LEVELS OF UREA ON A SALT-MINERAL MIXTURE AD LIBITUM OF PROTEIN FOR STEERS

An experiment was carried out to study the effect of urea supplied through a mineralized salt mix on the performance of Zebu steers. Two mixes of mineralized salt were prepared based on 25% (T25) or 50% (T50) urea, raw salt and 20% bond meal. These mixes were supplied *ad libitum* to steers in feed lot based on *Brachiaria humidicola* hay. The T25 mix intake was greater ($P < 0.10$) than the T50 mix intake, 263 and 151 g/animal/d, respectively. Raw salt intake was greater ($P < 0.10$) on the T25; however, the urea and hay intake were not different ($P > 0.15$) between treatments. Similar weight gain ($P > 0.15$) was obtained, 298 and 255 g/animal/d with the T25 and T50, respectively. Average crude protein intake was 358 g/animal/d which only represent 67% of the requirements for maintenance and weight gain of steers; that suggests a physiological change at ruminal level which improved the utilization of available nitrogen. The individual daily cost of mixes intake was B/ 0.050 and B/ 0.034 for T25 and T50, respectively. It is concluded, that mixes based on raw salt and bond meal are a practical and economical way to supply urea to steers under the conditions of this study.

KEYWORDS: Steers, urea, salt with urea, supplementation.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes nutricionales del ganado durante la estación seca es la proteína. Evidencias experimentales (Hemsley, 1968; Ammerman y col., 1972; White y col., 1973) indican que el ganado a base de forrajes secos de baja calidad responden positivamente a la suplementación proteica, tanto de fuentes de nitrógeno no proteico como de proteína verdadera. En base a

consideraciones nutricionales y económicas, la urea constituye una fuente adecuada de proteína para estas situaciones de suplementación. Sin embargo, la falta de formas prácticas y seguras de suministro al animal limitan su utilización a nivel de finca.

Diferentes formas de suministro de urea al ganado han sido utilizadas, algunas de las cuales a nivel de fincas, como los suplementos secos, mezclas líquidas

das a base de melaza, bloques de sal (Loosli, 1968), bloques de melaza (Sansourcy, 1986), amoniatción de forrajes (Naga y El-Shazly, 1982; De Gracia, 1987) y mezclas minerales (Vilela y col., 1980; 1982).

La sal común ha sido utilizada para controlar el consumo voluntario de alimentos en rumiantes (Weir y Miller, 1953). Bajo condiciones de pastoreo se ha utilizado la sal común para controlar el consumo de suplementos proteicos, sin efectos adversos para el animal, ya que se utilizan niveles moderados de sal común en la mezcla con fuente protéica y se le ofrece al animal suficiente agua para consumo (Reffett y Boling, 1985).

Por otro lado, se ha observado (Potter y col., 1972; Thomson y col., 1978; Rogers y col., 1979) que el suministro de sal común y otras sales inorgánicas a rumiantes incrementa la tasa de dilución de la fase líquida del contenido ruminal, lo que afecta positivamente varios parámetros ruminales. También se ha obser-

vado que un aumento en el flujo de la digesta ruminal mejora la conservación de urea en proteína microbiana (Ruiloba, 1984).

En base a estas consideraciones, se llevó a cabo un experimento con el propósito de estudiar el efecto de dos niveles de urea en una mezcla de sal mineralizada sobre el consumo y cambio de peso vivo de novillos a base de heno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca, ubicada en Gualaca, Chiriquí. Con un diseño completamente al azar se estudiaron dos niveles de urea en una mezcla a base de sal común y harina de hueso y urea: 25% (T25) y 50% (T50). La composición de las mezclas de sal mineralizada-urea se presenta en el Cuadro 1.

Se utilizaron cuatro novillos por tratamiento, con un peso vivo promedio de 294 kg, los cuales recibieron inicialmente tratamientos contra endo y ecto parásitos. Los

animales se manejaron en confinamiento en corrales individuales techados, consumiendo una ración a base de heno de *Brachiaria humidicola* y la mezcla de sal mineralizada-urea, ambos a libre consumo. Adicionalmente, todos los animales dispusieron de agua a libre consumo. El suministro de heno fue diario y el de la mezcla sal mineralizada-urea fue semanal. Para fines comparativos, el consumo de heno se midió diariamente durante la última semana del experimento; en cambio, el consumo de las mezclas de sal mineralizada-urea se hizo semanalmente a través del período experimental. Muestras representativas de heno y de las mezclas de sal mineralizada-urea fueron tomadas para análisis de proteína cruda, calcio y fósforo.

Los novillos se pesaron en ayuno al inicio y final del período experimental, por dos días consecutivos. En base a estos pesos se determinó la ganancia de peso vivo diaria por animal.

El experimento se llevó a cabo por 99 días, 15 días de adaptación y 84 días de evaluación. Los parámetros evaluativos, consumo de heno y de la mezcla sal mineralizada-urea y la ganancia de peso vivo, se analizaron estadísticamente por medio de una prueba de "t" no pareada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mezclas de sal mineralizada-urea presentaron adecuadas

CUADRO 1. COMPOSICIÓN DE LAS MEZCLAS DE SAL MINERALIZADA-UREA.

Tratamiento	Sal común, %	Harina de Hueso, %	Urea, %
T25	55	20	25
T50	30	20	50

características físicas y de mezclado, conservándose en forma seca, a pesar de que la sal y la urea son higroscópicas.

El contenido de proteína cruda, calcio y fósforo del heno de *B. humidícola* y de las mezclas de sal mineralizada-urea se presentan en el Cuadro 2. El heno de *B. humidícola* presentó un contenido de proteína cruda típico de un forraje de baja calidad.

Los consumos de las mezclas de sal mineralizada-urea (Cuadro 3) fueron diferentes ($P < 0.10$) entre tratamientos (263 y 151 g/animal/día para T25 y T50, respectivamente), a pesar de la alta variabilidad que hubo entre animales, 31.5%. Estos consumos correspondieron a 89 y 52 g/100 kg de peso vivo/día para T25 y T50, respectivamente. A nivel de comedero, estas mezclas no sufrieron ningún cambio físico visible como hidratación, que afectara su color, apariencia o granulosidad; además, el consumo se dio a través del día, lo que permitió un suministro gradual de urea al rumen, favoreciendo su utilización.

El consumo de heno de *B. humidícola* no presentó diferencia significativa ($P > 0.15$) entre tratamientos, con un promedio de 5.68 y 5.11 kg MS/animal/día (1.92 y 1.75 kg MS/100 de peso vivo) para T25 y T50, respectivamente, con un coeficiente de variación de 38.5%. Este consumo es similar a otros reportados en la literatura con forrajes de baja calidad suplementados con una fuente de proteína (Ammerman y col., 1972; Church, 1979).

En base a la composición y consumo de las mezclas de sal mineralizada-urea, se estimó el consumo promedio de sal común, harina de hueso y urea, los que se indican en el Cuadro 3. El consumo de sal común para T25 resultó muy superior al correspondiente a T50. Con respecto a la ración total consumida, heno más sal mineralizada-urea, la sal común representó el 2.42 y 0.85%, base fresca, para T25 y T50, respectivamente, consumos que están por encima de los requerimientos para bovinos (NRC, 1984; Morris 1980), pero muy por debajo del nivel tóxico para estos animales (NRC,

CUADRO 2. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA, CALCIO Y FÓSFORO DE LOS COMPONENTES DE LAS RACIONES.

	Proteína Cruda, %	Calcio, %	Fósforo, %
Heno de <i>B. humidicola</i>	3.10	0.15	0.08
Urea	270.00	-	-
Harina de hueso	-	31.50	13.10
Mezcla de sal mineralizada- urea			
T25	67.90	6.20	2.60
T50	135.40	6.20	2.60

CUADRO 3. CONSUMO DE HENO, MEZCLAS DE SAL MINERALIZADA-UREA E INGREDIENTES DE LAS MEZCLAS.

	TRATAMIENTO	
	T25	T50
Consumo/animal/día		
Heno de <i>B. humidicola</i> , kg	5.68	5.11 NS (P>0.15)
Mezcla de sal mineralizada-urea, g	263.00	151.00 * (P<0.10)
Sal común, g	144.00	45.00
Urea, g	65.00	78.00
Harina de hueso, g	53.00	30.00

1980). El consumo promedio de urea difirió poco entre tratamientos, representando el 1.1 y 1.5% de la ración consumida, base seca, en T25 y T50, respectivamente. En el caso de la harina de hueso, el consumo con T25 fue superior al consumo con T50, producto de un mayor consumo de la mezcla correspondiente de sal mineralizada-urea.

En trabajos con novillos a base de pastoreo en *Brachiaria decumbens* durante la época seca y mezclas de sal común-urea con niveles de urea hasta 50%. Vilela y col. (1980; 1982) obtuvieron consumos de urea y de sal común no mayores de 30 g/animal/día. Estos consumos son muy inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, lo que puede estar relacionado con una mejor calidad del forraje utilizado, *Brachiaria decumbens*, el cual permitió ganancias de peso vivo entre 280 y 550 g/animal/día.

No hubo efecto de tratamiento sobre la ganancia de peso vivo ($P>0.15$), con un promedio para T25 y T50 de 298 y 255 g/animal/día, res-

pectivamente. Estas ganancias de peso vivo son superiores a las que corresponden a un forraje con bajo contenido de proteína (Ammerman y col., 1971; Ruiloba y Ruíz, 1978), lo que indica que son una respuesta al suministro de nitrógeno por medio de la urea. Trabajos disponibles en la literatura (Carnavali y col., 1973; Ruiloba y Ruíz, 1978) demuestran este efecto del nitrógeno sobre el comportamiento del animal a base de forrajes deficientes en proteína. El consumo de urea fue similar entre tratamientos, 65 a 78 g/animal/día, lo que explica la no diferencia en ganancia de peso vivo observada entre tratamientos.

El consumo de proteína cruda no resultó diferente entre tratamientos ($P>0.05$), 354 y 363 g/animal/día para T25 y T50, respectivamente, con un promedio de 358 g/animal/día. Este consumo de proteína cruda es inferior en un 33% al requerimiento teórico correspondiente a mantenimiento e incremento de peso de los animales (NRC, 1984), lo que permite indicar que utilizaron con mayor eficiencia el nitrógeno disponible en el tracto digestivo. La concentración de proteína cruda en la

ración consumida, base seca, fue de 5.2 y 6.9% en T25 y T50, respectivamente. De esta proteína, la urea aportó el 50.3 y 56.5% en T25 y T50, respectivamente.

Bajo condiciones de deficiencia de proteína, los rumiantes hacen un mejor uso del nitrógeno disponible a través de una menor excreción de nitrógeno urinario (Church, 1979) y un mayor reciclaje de nitrógeno al rumen (Van Soest, 1982). También existe la posibilidad que la mezcla sal mineralizada-urea haya modificado la cinética ruminal, principalmente la tasa de dilución y flujo de la fase líquida, con un efecto positivo sobre la utilización ruminal del nitrógeno. Rogers y col. (1982) obtuvieron un incremento de 20% en la tasa de dilución de vacas lecheras al suministrarles una dieta con sal común a un nivel de sólo 2% en la dieta. Por otro lado, Ruiloba (1984) encontró un aumento en la utilización de la urea a nivel del rumen, al incrementarse la cinética ruminal de la digesta con sales minerales.

El consumo estimado de energía metabolizable (8.5-9.5 Mcal/animal/día) fue inferior en un 30% al re-

querimiento teórico de mantenimiento e incremento de peso de los animales (NRC, 1984). Esto también pudo estar relacionado con una mejor utilización de la energía a nivel del rumen, consecuencia de un incremento en la cinética ruminal. Resultados experimentales indican una mayor producción de masa microbiana por unidad de energía útil producida (Harrison y col., 1975) o materia orgánica fermentada en el rumen (Ruiloba, 1984) al aumentar la cinética ruminal.

Con T25 los animales presentaron un mayor consumo de calcio y fósforo, pero en ambos tratamientos el consumo fue mayor a los requerimientos (NCR, 1984). El consumo promedio de calcio fue de 24.8 y 17.0 y el de fósforo de 15.4 y 11.8 g/animal/día para T25 y T50, respectivamente. Se ha observado (Reffet y Böling, 1985) que altos niveles de sodio en la dieta aumentan la excreción urinaria de calcio y fósforo, lo que parece estar relacionado con un mayor consumo de agua y con cambios hormonales. De acuerdo a esto, los consumos adicionales de calcio y

fósforo obtenidos con los tratamientos estudiados pudieron haber contribuido a balancear posibles pérdidas urinarias adicionales de estos minerales, ya que el consumo de sodio fue superior al requerimiento nutricional.

Los costos de la mezclas de sal mineralizada-urea fueron de B/.0.191 y 0.224/kg para T25 y T50, respectivamente y el costo del heno de *B. humidicola* fue de B/.004/kg MS. El costo de alimentación fue de B/.0.277 y 0.240/animal/día para T25 y T50, de los cuales B/.0.050 y 0.034/animal/día correspondieron a las mezclas de sal mineralizada-urea, respectivamente.

CONCLUSIONES

- ◆ Bajo las condiciones estudiadas, las mezclas a base de sal común y harina de hueso constituyen un medio adecuado para suministrar la urea al ganado, sin problemas de intoxicación y con un consumo distribuido a través del día.
- ◆ El consumo de las mezclas de sal mineralizada-urea fue afectado por el nivel de urea, resultando superior con el nivel de 25%; sin embargo, el consumo de urea y proteína crudadifirió muy poco con los niveles de 25 y 50%.
- ◆ El nivel de urea en la mezcla de sal mineralizada no afectó la ganancia de peso vivo, pero el nivel de 50 por ciento permitió el menor costo de alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

- AMMERMAN, C. B.; J. VERDE, GLADYS; MOORE, J. E.; BURNS, W.C.; CHICCO, C.F. 1972. Biuret, urea and natural proteins as nitrogen supplements for low quality roughage for sheep. *J. Anim. Science* 35:121.
- CARNAVALI, A. A.; SCHULTZ, T. A.; CHICCO, C.F. 1971. Suplementación de heno de baja calidad con malezas y urea. *ALPA* 6: 39.

- CHURCH, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 2: Nutrition. O. and B. Books, Inc., Cornallis, Oregon. pp. 45-48.
- DE GRACIA, M.; WARD, J.K. 1987. Ammoniation of wheat straw with urea. *In* Meeting of ADSA, March 23 - 25, DesMoines, Iowa.
- HARRISON, D.G.; BEEVER, D.E.; THOMSON, D.J.; OSBOURN, D.F. 1975. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. *J. Agric. Science (Comb)* 85: 83.
- HEMSLEY, J.A. 1968. Relative values of urea and protein as nitrogen supplements for a low-quality roughage. *Proc. Australian Soc. Anim. Production* 7: 381.
- LOOSLI, J.K. 1968. Nonprotein in the Nutrition of Ruminants. FAO. Agricultural Studies N° 75, Rome, pp. 74-75.
- MORRIS, J.G. 1980. Assesments of sodium requirements of grazing beef cattle. A review. *J. Anim. Science* 50: 145.
- NAGA, M.A.; EL-SHAZLY, K. 1982. Use of by-products in animal-feeding systems in the Delta of Egypt. *In* By-product utilization for animal production. B. Kiflewahid, G.R. Potts and R.M. Drysdale (editors). Proceedings of a workshop in applied research held in Nairobi, Kenya. 26-30 September. IDRC, Ottawa CA. pp.9-15.
- NRC, 1980. Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy of Science, Washington, D.C. pp. 441-458.
- NRC, 1984. Nutriment Requirements of Beef Cattle. National Academy of Science, Washington, D.C.
- POTTER, B.J.; WALKER, D.J.; FORREST, W.W. 1972. Changing in intrarruminal function of sheep when

- drinking saline water. *Brit. J. Nutrition.* pp. 27-75.
- REFFET, J.K.; BOLING, J.A. 1985. Nutrient utilization in lambs fed diets high in sodium or potassium. *J. Anim. Science* 61: 1004.
- ROGERS, J.A.; MARKDS, B.C.; DAVID, C.L.; CLARKS, J.H. 1979. Alteration of rumen fermentation in steers by increasing rumen fluid dilution rate with mineral salts. *J. Dairy Science* 62: 1599.
- ROGERS, J.A.; DAVID, C.L.; CLARK, J.H. 1982. Alteration of rumen fermentation, milk fat synthesis, and nutrient utilization with mineral salts in dairy cows. *J. Dairy Science* 65: 577.
- RUILOBA, M.H. 1987. Recursos voluminosos de baja calidad para alimentar el ganado durante el verano. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. *Boletín Técnico* (15). 24 p.
- RUILOBA, M.H. 1984. Urea Nitrogen Utilization as affected by dietary mineral salts and manipulation of Ruminal Kinetics. (Ph. D. Dissertation). University of Florida, Gainesville, 155 p.
- RUILOBA, M.H.; RUIZ, M.E. 1978. Producción de carne durante la época seca a base de sub-productos. I. Niveles de Proteína suplementaria y melaza. *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) 1: 59-76.
- THOMSON, D.J.; BEEVER, D.E.; LATHEM, M. J.; SHARPE, M.E.; TERRY, R.A. 1978. The effect of inclusion of mineral salts in the diet on dilution rate, the pattern of rumen fermentations and the composition of the rumen microflora. *J. Agric. Science (Camb)* 91: 1.
- SANSOURCY, R. 1986. Fabricación de bloques de melaza y urea. *Revista Mundial de Zootecnia.* 57: 40.

- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the ruminant. O. and B. Books, Inc., Corvallis, Oregon. pp. 238-239.
- VILELA, H.; CARNEIRO, A. M.; ROCHA, F.N. 1980. Efecto de la adición de urea al cloruro de sodio en la ganancia de peso de novillos en pastoreo durante la época seca. Archivos de Escola de Veterinaria (Brazil) 32: 421.
- VIELA, H.; DEMTCHENKO, A.; VILELA, D.; CARNFIRO, A.M. 1982. Efecto de la adición de urea a la mezcla mineral en los aumentos de peso de novillos mestizos Holstein-Cebú durante la estación seca. Archivos da Escola de Veterinaria (Brazil) 34: 141.
- WEIR, W.C.; MILLER, R.F.; JR. 1953. The use of salt as a regulator of protein supplement intake by breeding ewes. J. Anim. Science 12: 219.
- WHITE, T.W.; REYNOLDS, W.L.; HEMBRY, F.G. 1973. Influence of urea and molasses on nutrient digestibility of high roughage rations by steers. J. Anim. Science 37: 1428.

EVALUACIÓN BIOECONÓMICA DE CUATRO SISTEMAS DE CEBA BASADO EN PASTOREO, SUPLEMENTACION ENERGETICA PROTEICA Y ESTIMULADORES DE CONSUMO Y CRECIMIENTO. 1999. ¹

**Pedro Guerra M. ²; Ricaurte Quiel ³; Ginnette Rodríguez ⁴;
Milagros De Gracia ⁵**

Se utilizaron 12 novillos Santa Gertrudis con edades entre 14 a 16 meses para evaluar bioeconómicamente cuatro sistemas de ceba en pastoreo y suplementación energética con y sin estimuladores de consumo y crecimiento. El área de estudio fue de 4 hectáreas con pasturas de *Brachiaria humidicola* (70%) y *Brachiaria decumbens* (20%) y *Digitaria swazilandensis* (10%). Las parcelas se fertilizaron a razón de 60, 30, 20 kg/ha/año de N, P₂O₅ y K₂O. Los sistemas de ceba fueron: (T1) pastoreo + suplementación; (T2) T1 + Implante; (T3) T1 + Ionóforo (Lasalocid Sódico al 4%) y (T4) T1 + implante + ionóforo. La suplementación consistió de 0.9, 0.09 y 0.045 kg BS/100 kg PV/d de melaza, harina de pescado y urea, respectivamente. En el T2 y T4 se usaron dos implantes (día 15 y día 90) compuesto de 200 mg Progesterona + 20 mg Benzoato de Estradiol. Se implementó un plan sanitario para el control de parásitos internos y externos. Los animales se pesaron periódicamente y se tomaron muestras de las pasturas en cada rotación. Los datos de peso vivo en el tiempo se analizaron mediante técnicas de regresión y de covarianza. El cambio diario de peso vivo y peso final no ajustados para T1, T2, T3 y T4 fueron: 0.787, 0.897, 0.851 y 0.947 kg, respectivamente y 439, 459, 438 y 476 kg, respectivamente. El rendimiento general de canal fue de 58%. Los 5 g de Lasalocid Sódico empleado no redujo la carga de Coccidias, pero si estimuló la ganancia de peso. Los parásitos *Strongylus* y *Strongyloides* estuvieron por encima de los 200 hpgh. La carga

¹ Proyecto de Investigación y Transferencia en el Manejo Integral del Sistema de Producción de Cría y Ceba. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).

² Ing. Agr., M.Sc. Genética Animal. Estación Experimental de Gualaca. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental, IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

³ Ing. Agr. Zootecnista. Estación Experimental de Gualaca. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental, IDIAP. e-mail: Idiap_dav@cwpanama.net

⁴ M.V. Salud Animal. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero. Ing. Germán De León, Los Santos, Panamá. IDIAP. e-mail: idiap_az@cwpanama.net

⁵ Téc. Parasitología. Estación Experimental de Gualaca. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental, IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

animal inicial y final fueron 2.09 y 3.39 UA/ha, respectivamente. El costo de la alimentación representó entre el 14.0% a 15.5% de los costos variables. El costo diario de la mezcla líquida varió de B/. 0.226 a B/. 0.325. Se concluye que es bioeconómicamente factible incrementar la producción de carne bovina con sistemas basados en pastoreo con suplementación energética proteica, ionóforos e implantes.

PALABRAS CLAVES: Santa Gertrudis; ceba; pastoreo; anabólico; ionóforo; suplementación energética proteica.

BIOECONOMICAL EVALUATION OF FOUR BEEF PRODUCTION SYSTEMS BASED ON PASTURE ENERGY-PROTEIN SUPPLEMENTATION AND INTAKE AND GROWTH STIMULANTS.

It was used 12 Santa Gertrudis steers with ages between 14 to 16 months in order to evaluate bioeconomically four pasture beef production systems and protein – energy supplementation with or without intake and growth stimulants. Four hectares of *Brachiaria humidicola* (70%) plus *Brachiaria decumbens* (30%) were utilized. Pastures were fertilized with 60, 30, 20 kg/ha/year of N, P₂O₅ and K₂O. The beef production systems were: (T1) pasture + supplementation; (T2) T1 + Implants; (T3) T1 + Ionophores (Sodic Lasalocid); (T4): T1 + Implants + Ionophores. Supplementation consisted of 0.9, 0.09 and 0.045 kg DM/100 kg LV/d of molasses, fish meal and urea, respectively. T2 and T4 systems were used two implants (day 15 and day 90) compound of 200 mg Progesterone + 20 mg Estradiol Benzoate. A health plan was implemented to control internal and external parasites. Animals were weighted periodically and pasture samples were taken at random during each rotation. Live weight data were analyzed by regression and covariance techniques. Non adjusted daily body weight change and live body weight were to T1, T2, T3 and T4 were: 0.787, 0.897, 0.851 and 0.947 kg, respectively, and 439, 459, 438 and 476 kg, respectively. General average dressing percentage was 58%. The 5.0 g of Sodic Lasalocid did not reduce Coccidias charge, but stimulated daily body weight gain. *Strongylus* and *Strongyloides* parasites were little above of 200 epgf. Initial and final stocking rate were 2.09 and 3.39 AU/ha, respectively. Feeding costs represented 14.0% to 15.5% of the variable costs. Daily cost of the liquid mixture varied from \$0.226 to \$0.325. It was concluded that is economically feasible increase beef production with systems based on pastures with energy – protein supplementation, ionophores and implants.

KEY WORDS: Santa Gertrudis; beef production systems; implants; ionophores; energy – protein supplementation.

INTRODUCCIÓN

El sistema de ceba en Panamá se ha caracterizado por ser extensivo en donde predomina el pastoreo y con rendimientos promedio de 134 kg de peso vivo/ha/año (MIDA, 1995). Aún con este rendimiento, el rubro "carne bovina" presenta grandes perspectivas de exportación; sin embargo, para esto se requiere elevar el nivel de productividad, disminuir los costos de producción del sistema de ceba y mejorar la calidad e inocuidad de la canal y carne.

De acuerdo a Rojas (1993), los sistemas de producción de carne bovina deben considerar a la pradera como la base de la alimentación y como una fuente de nutrimentos de bajo costo (Anderson, 1991). Investigaciones realizadas en el IDIAP en sistemas de ceba basados en pastoreo de *Brachiaria dictyoneura* sin fertilizar, fertilizadas con 50 kg de nitrógeno y asociada con *Arachis pintoi*, se reportaron ganancias diarias por animal, durante el año de 0.374, 0.461 y 0.564 kg,

respectivamente (Montenegro y Pinzón, 1997).

Por otra parte, con la *Brachiaria humidicola*, Ávila y Castro (1997) encontraron incrementos en la ganancia individual diaria de 23.6% y 9.2% en praderas de *Brachiaria humidicola* asociada con *Arachis pintoi* CIAT 18744 y fertilizada con 50 kg N/ha/año, respectivamente, sobre la pradera sin fertilización (524 g/d).

El uso de implantes (andrógenos + estrógenos) ha mostrado mayores tasas de ganancias diarias y reducción en el porcentaje de grasa bajo un uso estratégico que no permite residualidad en la carne (Byers y col., 1994; Trenkle 1994, citado por Galyean, 1996). Por otra parte, Trenkle (1994b), citado por Galyean (1996), encontró que animales implantados y alimentados con dietas de 14% PC ganaron 8% más peso que los animales con dietas de 12.5% PC.

Bajo condiciones de pastoreo, la energía es el nutrimento que más limita el comportamiento

animal debido a la baja digestibilidad de los carbohidratos estructurales (Rouquette, 1993). Agrega que para lograr incrementos de peso diario, superiores a los de los sistemas de ceba con pastos fertilizados, es necesario la inclusión de suplementos energéticos y proteicos para cubrir los requerimientos del ganado de carne y acelerar el comportamiento animal. Denham (1977) estudió la inclusión de suplementación energética (2.66 Mcal EM/animal/d) en animales pastoreando pasto Rye (13% PC) y pasto Nativo (7% PC) incrementó la ganancia diaria en 27.7% y 13.9%, respectivamente sobre los animales sin suplementación (1.19 kg/día y 0.72 kg/día con pasto Rye y Nativo, respectivamente). La diferencia en la ganancia diaria en ambos sistemas de ceba fue la cantidad de PC aportada por el pasto Rye.

Anderson (1989;1991) señala que el uso de la suplementación energética proteica en pastoreo debe darse bajo las siguientes razones: para utilizar

un forraje particular y tomar ventaja del pastoreo transitorio; para reducir el tiempo de acabado y tomar ventajas del mercado; y para promover el crecimiento esquelético del ganado con figura pequeña. Además, Dikemen y col. (1985) señalan que los ganaderos deben considerar los costos y disponibilidad del forraje, el tipo de ganado, el mercado, interés bancario y mano de obra. Si no hay ventajas en estos aspectos es mejor descartar este sistema de alimentación.

En la actualidad no existe información local sobre la ceba de terneros en fases más temprana de desarrollo hasta el sacrificio en pastoreo con suplementación energética proteica y el uso de estimuladores de crecimiento y consumo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar bio-económicamente cuatro sistemas de ceba en pastoreo con suplementación energética proteica, con y sin la incorporación de anabólicos e/o ionóforos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo durante 199 días (13 de abril al 7 de octubre de 1999) en la Estación Experimental de Gualaca ubicada en el litoral Pacífico de la provincia de Chiriquí (Panamá) a 45 msnm, donde la temperatura anual promedio es de 26.3°C y la precipitación anual es de 4,200 mm. El suelo del área experimental es franco arcilloso, latosólico, color rojo de origen mixto basáltico y andesítico. Posee buena estructura y drenaje, pH de 5.0 a 5.2, contenido de materia orgánica de 5%, fósforo de 2 ppm y potasio de 35 a 40 ppm.

Se utilizaron 12 animales Santa Gertrudis con peso inicial promedio de 279.3 kg y rango de edad de 14 a 16 meses. Se asignaron tres animales por tratamiento. A estos animales se les sometió a un plan sanitario para el control de ecto y endoparásitos que consistía de baños cada 30 días y desparasitaciones internas con productos de amplio espectro y larga acción. Para monitorear la carga e identificación de pará-

sitos internos, se realizaron muestreos periódicos tomando el 50% de los animales al azar.

Se dispuso de un área de aproximadamente 4 ha con pasturas mixtas (70% de *Brachiaria humidicola*, 20% de *Brachiaria decumbens* y 10% de *Digitaria swazilandensis*). Las praderas se fertilizaron a razón de 60, 30 y 20 kg/ha/año de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. El nitrógeno se fraccionó en dos aplicaciones durante la época lluviosa. Se tomaron muestras mensuales de las praderas al inicio de cada rotación para determinar el contenido de proteína cruda (PC) y materia seca (MS) ofrecida. Para conocer el comportamiento de la calidad de la pastura en el tiempo en términos de PC y MS se confeccionó una gráfica representativa.

Los tratamientos evaluados fueron: (T1) Pastoreo + Suplementación energética proteica; (T2) T1 + Implante (200 mg Progesterona + 20 mg Benzoato de Estradiol, 15 días después del inicio y 90 días después del primer implante); (T3) T1 + Ionóforo

(Lasalocid Sódico, al 4%, a razón de 5 g/animal/día) y (T4) T1 + Implante + Ionóforo (Lasalocid Sódico). El Lasalocid Sódico es producido por la fermentación del *Streptomyces lasaliensis* (Mader y Stock, 1993). Además, los animales tuvieron libre acceso a sal mineralizada con 8% P y 12% Ca y microelementos.

Las necesidades nutricionales (NRC, 1976) de los animales Santa Gertrudis utilizados en el estudio se presenta en el Cuadro 1.

Tal como se indicó anteriormente (Pinzón y Montenegro, 1997; Ávila y Castro, 1997) que la pastura por sí sola no cubre los requerimientos para ganancias diarias de 900 g/d se formuló un suplemento líquido energético proteico. Para tal logro, se asumió un consumo de forraje de 1.5% del peso vivo basado en la NCR (1976) para raciones con 55 a 65% de forraje, el cual concuerda con las recomendaciones de Kearl (1982) y los trabajos de suplementación de Caton y col. (1988); Valdés y col. (1996) y

Valdés y Senra (1999). Los componentes del suplemento fueron: melaza, urea y harina de pescado. La proporción y composición química, en base seca, de los componentes del suplemento líquido y la pastura se presentan en el Cuadro 2. Las proporciones de los componentes de la mezcla líquida se mantuvieron constante durante el período de estudio.

La urea representó el 1.78% de la dieta total, incluyendo el consumo esperado del pasto, y un 5% con respecto a la cantidad de melaza en la dieta. Por otra parte, la melaza representó el 35.5% de la dieta total. El contenido de MS y PC de los ingredientes se estimaron de las muestras tomadas al azar y analizadas de acuerdo a la AOAC (1965). El contenido de energía metabolizable se tomó de la NRC (1984). Los animales se pesaron durante los días 1, 31, 70, 132, 157 y 199.

Para corregir efectos debido a diferencias de interceptos (peso vivo inicial), los datos del pesaje mensual se analizaron mediante técnica de covarianza o

CUADRO 1. NECESIDADES NUTRICIONALES DIARIAS DE NOVILLOS DE 300 KG EN CRECIMIENTO.

ITEM	Necesidades diarias (1)	
	NRC (1976)	Por cada 100 kg PV
Ganancia diaria de peso esperada	0.9 kg/d	-
Consumo de materia seca (MS)	8.1 kg	2.7
Forraje en la ración	55 a 65%	-
Consumo de forraje esperado (2)	4.455 a 5.265 kg	1.485 a 1.755 kg
Energía metabolizable, EM	19.5 Mcal/animal 2.41 Mcal/kg MS	6.5
Proteína cruda, PC	0.972 kg	-
Proteína cruda en la ración (3)	12.0 %	0.324

(1) Basado en novillos de 300 kg de peso vivo.

(2) Consumo de forraje esperado = (0.55×8.1) a (0.65×8.1) para NRC (1976). (1) Basado en novillos de 300 kg de peso vivo.

(2) Consumo de forraje esperado = (0.55×8.1) a (0.65×8.1) para NRC (1976).

= $(0.55 \times 8.1)/300$ a $(0.65 \times 8.1)/300$ por cada 100 kg de PV.

Se adicionó un 2% más de PC de acuerdo a Galyeau (1996).

CUADRO 2. PROPORCIÓN DE MELAZA, UREA Y HARINA DE PESCADO EN EL SUPLEMENTO ENERGÉTICO PROTEICO Y LA PASTURA Y SUS COMPOSICIONES BROMATOLÓGICAS.

Ingrediente	Proporción diaria kg BS/100 kg PV	Composición Bromatológica		
		MS (%) (1)	PC (%) (1)	EM (Mcal/kg MS) (2)
Melaza	0.900	76.90	(5)	2.76
Harina de Pescado	0.090	90.90	62.00	2.66
Urea	0.045	100.00	281.00	-
Total	1.035	-	-	-

(1) Laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental de Gualaca (IDIAP).

(2) Tomado de la NRC (1984).

Asumido de la NRC (1976); Kearn (1982); Caton y col. (1988).

heterogeneidad de pendientes (ganancias diarias de peso) asumiendo una relación constante de regresión entre los tratamientos (Freund y Littell, 1981). Para probar la validez de esta asunción y si los coeficientes de regresión son constantes sobre los grupos se desarrolló el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \beta(X_{ij} - X_{..})^2 + \tau_i + \beta(X_{ij} - X_{i.})^2 * \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde: Y_{ij} es el peso vivo del j -ésimo animal del i -ésimo tratamiento; μ es la media general; $\beta (X_{ij} - X_{..})^2$ es la suma de cuadrado debido a la regresión simple del peso vivo (Y) en el tiempo (X), τ_i es la suma de cuadrado debido a diferencias en

el intercepto o peso vivo inicial (diferencias de tratamiento ajustado) de los sistemas de ceba, $\beta_i(X_{ij} - X_{..})^2 * \tau_i$ es la suma de cuadrado adicional debido a los diferentes coeficientes de regresión de los sistemas de ceba y ε_{ij} es el error aleatorio. En este análisis la suma de cuadrado secuencial (SC Tipo I) provee la más útil información.

Para determinar el comportamiento del peso vivo en el tiempo se complementó con el análisis de regresión simple para cada sistema de ceba y para detectar diferencias entre los coeficientes de regresión (cambio de peso por unidad de tiempo) de los sistemas de ceba se aplicó la prueba de homogeneidad de pendientes de acuerdo a Steel y Torrie (1980).

$$t = \frac{b_i - b_r}{\{s_p^2 [1/\Sigma(X_{ij} - X_{i.})^2 + 1/\Sigma(X_{rj} - X_{r.})^2]\}^{0.5}}$$

$$S_p^2 = \frac{\text{SC Regresión } i / \Sigma(X_{ij} - X_{i.})^2 + \text{SC Regresión } r / \Sigma(X_{rj} - X_{r.})^2}{n_i - 2 + n_r - 2}$$

Donde b's son los coeficientes parciales de regresión de los sistemas i e i' y $\sum(X_{ij} - X_i)^2$ es la suma de cuadrado del sistema de ceba i y similarmente para el sistema de ceba i'. S_p^2 es la suma de cuadrado residual agrupada de las dos regresiones independientes dividida por los grados de libertad agrupados y es el mejor estimado de la variación de la regresión.

El análisis de regresión también sirvió para probar la hipótesis de que los coeficientes de regresión son cero.

$$Y_{ij} = \mu + \beta(X_{ij} - X_{..})^2 + \varepsilon_{ij}$$

El estadígrafo para la prueba de hipótesis:

$$t = \frac{\beta_i}{[s_{y,x}^2 / \sum(X_i - X_{..})^2]^{0.5}}$$

con n - 2 grados de libertad.

Para determinar si el modelo de regresión lineal fue el correcto o para determinar si la variación de los datos de cada sistema de

ceba correspondió a la aleatoriedad natural del crecimiento animal bajo los efectos de los sistemas de ceba, se dividió el error experimental en "error puro" y "falta de ajuste del modelo" (Herrera y Barreras, 2000; Draper y Smith, 1980). Este procedimiento se aplica debido a que se tienen tres observaciones de peso vivo (variable independiente) por cada tiempo de pesada (variable independiente).

La partición del error residual es la siguiente:

$$\text{SC Residual} = \text{SC Falta de ajuste} + \text{SC Error Puro}$$

$$F_c = \text{CM Falta de ajuste} / \text{CM Error Puro. } F_{0.05} (\text{gl Falta de ajuste, gl Error Puro}).$$

La hipótesis a probar sería; Ho: No hay falta de ajuste en el modelo y la alternativa; Ha: Hay falta de ajuste en el modelo.

Para conocer el comportamiento biológico (no ajustado) de los animales en el tiempo dentro de cada sistema de ceba en

estudio, se confeccionaron gráficos (peso vivo promedio versus tiempo) con los datos "crudos". Además, para estimar la ganancia diaria de peso vivo no ajustada por regresión se calcularon las medias aritméticas, por sistema de ceba, del peso vivo inicial y peso vivo final. La diferencia de ambos pesos se dividió por el período que duró el estudio. Este procedimiento asume que no hay variabilidad en el tiempo.

Finalmente, para determinar el sistema de ceba que requiere menos tiempo de ceba se consideró la media aritmética del peso vivo al sacrificio (453 kg) y del peso vivo inicial (280 kg peso vivo). La diferencia de ambos pesos vivos se dividió entre la ganancia diaria de peso de cada sistema de ceba y se obtuvo el período de ceba.

El análisis económico se realizó de acuerdo a Amir y Knipscheer (1989), estimando los costos fijos y variables de cada tratamiento (sistema de ceba) y de acuerdo a la estructura de costo se calcularon

los costos de producción del kilo de carne.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que no se reportó rechazo en la mezcla líquida durante el período experimental, se pudo estimar el aporte promedio diario de proteína cruda y energía metabolizable para cada ingrediente de la mezcla líquida, el cual se presenta en el Cuadro 3.

De acuerdo a las proporciones de los componentes del suplemento y a su composición bromatológica, la mezcla líquida contenía en promedio un 17.5% de PC y 2.63 Mcal EM/kg MS. Además, ésta aportó un poco más de la mitad de los requerimientos de PC, aunque no alcanzó cubrir el 50% de la EM requerida. La urea, en promedio, aportó el 69.2% de la PC requerida sin considerar la PC de la melaza; mientras que la melaza aportó casi el 91.2% de la EM requerida.

El Cuadro 4 presenta los cuadrados medios del análisis de

CUADRO 3. APOORTE DIARIO PROMEDIO DE PROTEÍNA CRUDA (PC) Y ENERGÍA METABOLIZABLE (EM) POR CADA 100 kg DE PESO VIVO DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA LÍQUIDA.

Ingrediente	Aporte diario promedio / 100 kg PV	
	PC (kg)	EM (Mcal)
Melaza		-
Harina de pescado		0.056
Urea		0.126

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS (TIPO I) DEL ANÁLISIS DE COVARIANZA O PRUEBA DE HETEROGENIDAD DE PENDIENTES (GANANCIAS DIARIAS DE PESO VIVO).

Fuente de Variación	Grado de libertad	Cuadrado Medio
Tiempo (t)	1	54704.554**
Sistema de ceba (Trt)	3	672.899 ^{ns}
t*Trt	3	360.817 ^{ns}
Error Experimental	64	414.800
C.V., %	5.69	
R ²	0.907	

** P<0.01 ns = No Significativo

covarianza para corregir la variación debido a diferentes interceptos o prueba de heterogeneidad de las pendientes en los cuatro sistemas de ceba en estudio.

El análisis de covarianza demostró que a pesar que los cuatro sistemas de ceba presentaron diferentes interceptos (peso vivo inicial) no existió heterogeneidad entre las pendientes (ganancias diarias de peso vivo) de los cuatro sistemas de ceba (t^*Trt , $P>0.05$) y se concluye que existe una relación constante de regresión entre los cuatro sistemas de ceba y que los coeficientes de regresión (ganancias diarias de peso vivo) son también constantes sobre los animales de cada sistema de ceba.

Para describir el comportamiento en el tiempo de los efectos de los sistemas de ceba sobre los cambios de peso vivo de los animales se realizaron los análisis de regresión (Cuadro 5).

El efecto de la regresión lineal del tiempo en el peso vivo para los cuatro tratamientos fue altamente significativo ($P<0.01$). Además, la prueba de falta de ajuste del modelo demostró que la variación de los datos en los cuatro sistemas de ceba se atribuyó a la aleatoriedad natural del peso vivo de los animales, mostrando que los cuatro modelos de regresión se ajustan a una función lineal. Por otra parte, los coeficientes de variación de los cuatro análisis de regresión son relativamente bajos y están dentro de los rangos reportados por Vaccaro (1984).

Además, estos CV demostraron que las dispersiones de los conjuntos de datos de los cuatro modelos con respecto a cada media aritmética fueron relativamente bajas, pues no se detectaron observaciones aberrantes que se salieran de los modelos (outliers). La prueba de falta de ajuste y el CV corroboran que a pesar que se dispuso de tres animales por tratamiento, la variación de los datos fue eficientemente controlada. La variación de los pesos

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DE LOS ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE CADA SISTEMA DE CEBA.

Fuente de Variación	Grados libertad	Cuadrados Medios			
		T1	T2	T3	T4
Regresión	1	51357.908**	71403.578**	62184.351**	70841.167**
Residual	16	703.664	328.089	271.717	355.729
Falta de ajuste	12	543.021 ^{ns}	247.458 ^{ns}	48.713 ^{ns}	652.960 ^{ns}
Error Puro	4	757.211	354.966	346.051	256.653
C.V., %		7.44	5.04	4.69	5.15
R ²		0.82	0.93	0.93	0.92

** P<0.01. ns = no significativo. C.V. = Coeficiente de variación.

R² = Coeficiente de Determinación.

CUADRO 6. ESTIMADOS DE LOS PARÁMETROS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR TRATAMIENTO.

Tratamiento	Descripción	Parámetro Estimado	Error Estándar
T1	Intercepto	281.631**	10.767
	Coeficiente de regresión	0.762**	0.089
T2	Intercepto	270.718**	7.352
	Coeficiente de regresión	0.898**	0.061
T3	Intercepto	268.812**	6.690
	Coeficiente de regresión	0.838**	0.055
T4	Intercepto	277.986**	7.655
	Coeficiente de regresión	0.894**	0.063

** = P<0.01

vivos (variable dependiente) explicados por los modelos de regresión simple fue explicada de un 81 a 93%, el cual es muy aceptable (Steel y Torrie, 1980).

Los estimados de los parámetros de la ecuación de regresión (intercepto y coeficiente de regresión), para cada sistema de ceba (tratamiento), se detallan en el Cuadro 6. Estos parámetros resultaron significativamente ($P < 0.01$) diferentes de cero con errores estándar relativamente bajos.

La combinación del pastoreo, suplementación e implantes (T2) mostró el mayor cambio de peso vivo por unidad de tiempo (día), el cual superó en 17.8% al T1, al T3 en 7.2% y al T4 en 0.4% (Cuadro 6). Por otra parte no existe ninguna relación entre la magnitud de los coeficientes de regresión y los interceptos de las funciones lineales.

La prueba de heterogeneidad de los coeficientes de regresión (b 's, cambios diarios de peso vivo por día) demostró que

éstos son considerados estimadores de un b común ($t_c < t_f$) y establece que las líneas tienen pendientes similares pero no son la misma línea común (Cuadro 7).

La comparación entre los coeficientes de regresión del T4 vs T1 tiene una tendencia a ser significativa a $P < 0.13$, mientras que la comparación entre los coeficientes de regresión del T2 vs T1 tiene una tendencia a ser significativa a $P < 0.11$.

El promedio aritmético del peso vivo inicial (PI) fue de los cuatro sistemas de ceba fue de 279.2 ± 18.4 kg y del peso vivo final fue de 452.8 ± 24.0 kg. La ganancia diaria no ajustada fue de 0.871 kg. Las medias aritméticas del peso vivo inicial, del peso vivo a los 199 días, la ganancia diaria de peso y el periodo de ceba para alcanzar 453 kg (peso al sacrificio) de cada sistema de ceba se presentan en el Cuadro 8.

Los animales asignados al sistema de ceba T4 fueron en promedio 1.7%, 2.7%, 6.9% más pesados que los animales asigna-

CUADRO 7. VALORES DE t (DIAGONAL SUPERIOR) Y S^2_p (DIAGONAL INFERIOR) DE LA PRUEBA DE HETEROGENIDAD DE PENDIENTE.

	T1	T2	T3	T4
T1	-	1.658ns	0.888ns	1.587ns
T2	515.88	-	0.894ns	0.060ns
T3	487.69	299.90	-	0.875ns
T4	529.70	341.91	313.72	-

ns = no significativo ($P > 0.05$); $t_c = t_{0.05} = 2.038$

CUADRO 8. PESO INICIAL, A LOS 199 DÍAS, GANANCIA DIARIA DE PESO Y PERÍODO DE CEBA PARA ALCANZAR 453 kg PV.

Tratamientos	Peso Vivo Inicial, kg	Ganancia diaria, kg/d	Peso Vivo a los 199 d, kg	Período de ceba, días
T1: P + S	282.1±19.3	0.787	438.8±32.6	220
T2: T1 + Im	279.4±17.8	0.897	458.8±16.5	193
T3: T1 + lo.	268.5±24.2	0.851	437.9±17.4	203
T4: T1 + Im + lo	287.0±17.8	0.947	475.5±8.9	183
Promedio	279.2±18.4	0.871	452.8±24.0	

P= Pastoreo; S= Suplemento; Im= Implante; lo= Ionóforo.

dos a los sistemas de ceba T1, T2 y T3, respectivamente (Cuadro 8). El sistema de ceba con mayor ganancia diaria de peso (no ajustada) fue el T4, el cual fue superior en 20.3% al T1, 5.6% al T2 y 11.3% al T3. A los 199 días de la prueba, los animales del sistema de ceba T4 fueron en promedio más pesados que los animales del T1 en 8.36%, en 3.6% con respecto al T2 y en 8.6% relacionado al T3. Debido a las diferencias en el cambio de peso vivo diario entre los cuatro sistemas de ceba, las diferencias en porcentajes del peso vivo final entre el sistema de ceba del T4 y el resto de los sistemas de ceba tendió a aumentar.

A pesar que en el T1 no se alcanzó la ganancia diaria esperada (900 g), la suplementación energética proteica tuvo una contribución importante si es comparada con sistemas de pastoreo con pastos mejorados fertilizados como los reportados por Montenegro y Pinzón (1992) de 0.555 kg/día en pasto *Brachiaria dictyoneura* y por Gómez, Avila y Saldaña (1987) de 0.692 kg/día en

pasto *Brachiaria decumbens* fertilizada. Además, supera las ganancias diarias por animal (430 g) (reportadas por Valdés y col., 1996), con animales cruzados Holstein - Cebú, en pastoreo (*Cynodon nlemfluensis* sin fertilizar) y suplementados con harina de girasol (360 g/animal/d) y melaza - (3%) urea. Este grupo animal dispuso de 33% más de proteína bruta en la dieta respecto al requerimiento. Por otra parte, esta respuesta se incrementa cuando se incluye concentrados basados en maíz en la mezcla líquida y los pastos se fertilizan adecuadamente, tal como lo reportó Pérez Infante (1969), quien logró ganancias diarias de peso vivo con animales Cebú pastoreando *Digitaria decumbens* (200 kg N/ha/año) de 700g con Melaza - Urea (3%) a libre consumo y de 910 g cuando se adicionó 3.5 kg de concentrado por animal.

La ganancia diaria obtenida (medias aritméticas) en el T1, T2 y T3 se atribuye a que el consumo de MS del pasto estuvo por debajo del esperado (1.5% del peso vivo).

Esta disminución en el consumo del forraje se puede atribuir a que la densidad de energía en el suplemento (2.63 Mcal EM/kg MS) estuvo arriba de 1.75 Mcal EM/kg MS, el cual es el punto donde comienza a disminuir el consumo diario de MS (Kearl y col., 1976; citado por Kearl, 1982). Drennan (1985, citado por McGee y col., 1999) señala que cuando la melaza representó el 21% de la MS consumida, los animales se comportaron similarmente a los animales cebados con granos como fuente energética. Sin embargo, cuando la melaza representó entre el 33% al 37% de la MS consumida, el comportamiento animal no se incrementó significativamente. En la dieta propuesta (incluyendo el 1.5% de consumo de MS de la pastura), la melaza representaba el 35.5% del consumo total de MS esperado; sin embargo, está pudo representar una mayor proporción en vista del bajo consumo de forraje.

De acuerdo a Griffin y Mader (1997), el animal debe tener una adecuada nutrición antes que el implante pueda influenciar posi-

tivamente la eficiencia alimenticia y ganancia de peso vivo y encontrarse cerca al período pico de deposición de tejido magro. En el presente estudio, la inclusión del Implante (T2) permitió incrementar las ganancias diarias de peso en 14% sobre el T1. Los autores anteriormente citados reportan que el uso de implantes estrogénicos promotores de crecimiento mejoran la ganancia de peso vivo hasta un 20%. Agregan que este incremento se atribuye a que los implantes estrogénicos incrementan los niveles circulantes de somatotropina (ST) y el factor-1 de crecimiento semejante a la insulina (IGF-1), los cuales tienen que ver con como los nutrientes son usados por el animal para producir músculo, hueso y grasa. Además, Anderson (1989) encontró que la inclusión de implantes con 200 mg de Progesterona y 20 mg de Benzoato de Estradiol incrementó la ganancia diaria a los 68 y 109 días después del implante en 16.8% (1.123 kg/día) y 6.8% (1.318 kg/día) sobre el testigo (0.932 y 1.232 kg/día, respectivamente).

Los ionóforos son antibióticos poliéter que transportan iones a través de la membrana celulares. Esta acción está asociada con su efecto en los microorganismos del rumen, en la tasa y eficiencia del consumo alimenticio y ganancia de peso vivo (Sewell, 1993). La inclusión del Ionóforo (T3) incrementó la ganancia diaria en 8.1% sobre el T1. La compañía fabricante, Roche (1999) señala que la ganancia diaria en pastoreo se incrementa de un 10 a 15% cuando se utiliza el Lasalocid Sódico al 4% a razón de 5 g/animal/d y tiene, además un efecto coccidostático a razón de 7 g/animal/d. Sin embargo, Sewell (1993) ha revisado 22 estudios de ceba en confinamiento y el efecto del Lasalocid Sódico sobre el incremento de peso vivo varió entre 6.0% a 7.2%, muy por debajo a lo señalado por los fabricantes (Roche, 1999) y recomienda que se puede utilizar en suplementos líquidos. Por otra parte, la respuesta del Lasalocid Sódico encontrada en este estudio también es baja si se compara con el rango del fabricante y Pate

(1996) lo atribuye a la alta proporción de la melaza en la dieta (> 35.5%) y a su elevado contenido de potasio (3%), el cual interfiere en el modo de acción del ionóforo sobre la población de ciertos microorganismos en el rumen al cambiar el transporte de potasio y sodio a través de la membrana celular. Sewell (1993) y Mader y Stock (1993) recomiendan el uso de ionóforos en suplementos líquidos bajo ciertas condiciones.

Berger y col. (1981) también habían encontrado bajas respuestas al ionóforo en animales en confinamiento. La ganancia diaria de peso sin Lasalocid Sódico (testigo) fue de 0.99kg/d, pero a niveles de 5.2 g/animal/d, la ganancia diaria se incrementó en 3% y a 5% cuando se suministró a razón de 7.8 g/animal/d.

Galyean (1996) encuestó a seis cebadores (todos Ph.D.) de los Estados Unidos, los cuales ceban anualmente un total 3.6 millones de animales y encontró que se basan en el uso de grandes proporciones de granos, 0.5 a 1.5% de urea en la dieta (base

seca), niveles de proteína cruda de 13.0% a 14.4% y una combinación de ionóforos con un programa de implante agresivo. De acuerdo a Mader y Stock (1993), los ionóforos e implantes tienen un efecto aditivo sobre la ganancia de peso vivo, eficiencia de conversión y reducción del consumo. La combinación del implante y el Lasalocid Sódico (T4) incrementó en 20.3% la ganancia diaria de peso vivo comparado con el T1, en 5.6% con el T2 y 9.6% con el T3, atribuido al efecto aditivo de ambos componentes. Milton y col. (1995) encontraron que el implante de 200 mg de progesterona más 20 mg de benzoato de estradiol aplicado al inicio y 63 días después superó, en la ganancia diaria de peso, en un 17.6% al grupo sin implante cuando ambos grupos recibieron Rumensin (ionóforo) a razón de 275 mg/animal/d.

Con la ganancia diaria de peso vivo y el peso inicial asumido de 280 kg, se predijo el tiempo de ceba que tomaría cada tratamiento para alcanzar 453 kg PV (peso de mercado). Para el T4 solo le tomaría 183 días cebar un animal,

mientras que para el T2 le tomaría diez días más, y al T3 y T1 unos 20 y 37 días adicionales, respectivamente (Cuadro 8). Anderson (1989) señala que hay ventajas económicas cuando el período de ceba no es mayor de 178 días y agrega que periodos de ceba de 120 a 150 días tiene ventajas sobre la palatabilidad de la carne. Bajo las mismas condiciones ambientales del presente estudio, Montenegro y Pinzón (1997) lograron periodos de ceba de 410 días en praderas de *Brachiaria dictyoneura* + *Arachis pintoi* sin suplementación energética proteica, lo cual posibilita la oportunidad de realizar dos cebas consecutivas aprovechándose mejor el recurso tierra, pasto y capital. A pesar que no se pudo obtener el rendimiento de canal para cada sistema de ceba, éste fue 58% en promedio.

Los cambios diarios de peso vivo de acuerdo a los periodos de ceba de los cuatro sistemas de ceba se describen en la Figura 1. Los primeros 31 días reflejan los efectos de finales de la época de verano y de la adaptación al suplemento líquido.

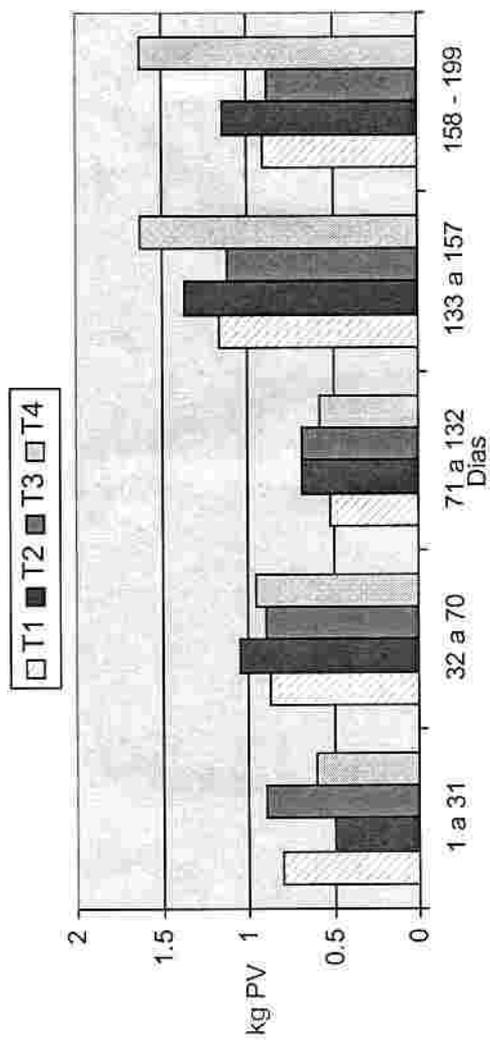


FIGURA 1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CAMBIO DE PESO VIVO.

La ganancia diaria de peso vivo más baja (<700 g/d) se registró durante el período entre los 71 a 132 días, donde la materia seca (Figura 2) disminuyó en 1.9 unidades porcentuales por efecto de la alta precipitación y problemas en el suministro de los componentes de la dieta. De no darse esta situación, los cuatros sistemas de ceba hubieran alcanzado ganancias diarias superiores a los 900 g. A pesar que el contenido de PC de la pastura disminuyó en 2.5 unidades porcentuales, durante los dos últimos meses del estudio, las ganancias diarias fueron mayores debido al aporte de la mezcla líquida y al probable aumento del consumo del forraje. Los porcentajes de PC son similares a los reportados por Montenegro y Pinzón (1992) en el pasto *Brachiaria dictyoneura* de 8.1% y por Gómez y col. (1987) en el pasto *Brachiaria decumbens* de 7.6%.

Por otra parte, como resultado del aumento del peso vivo, la CA aumentó linealmente de 2.09 UA/ha al inicio hasta 3.39 UA/ha al final del estudio.

De las muestras de heces de los animales tomados a azar se realizaron diagnósticos de las especies de parásitos presentes y determinaciones de la carga parasitaria con el propósito de aplicar controles efectivos y evitar pérdidas económicas a los sistemas de ceba en estudio. La carga parasitaria de vermes gastrointestinales y *Eimeria* sp. expresada en huevos (hpgh) y oocistos (opgh) por gramos de heces, respectivamente, de los animales muestreados al azar se describen en la Figura 3.

La *Eimeria* sp. estuvo siempre arriba de los 200 oocistos por gramos de heces (opgh) a pesar que el Lasalocid Sódico (concentración al 4%) se suministró a los animales de los T3 y T4. Este parásito llegó a estar casi en los 700 opgh en el mes de julio y cercano a los 600 opgh en los meses de junio y agosto, meses en donde las precipitaciones aumentaron. Los parásitos *Strongyloides* se registraron a partir del mes de julio con una carga arriba de los 300 hpgh, presentando mayor incidencia en

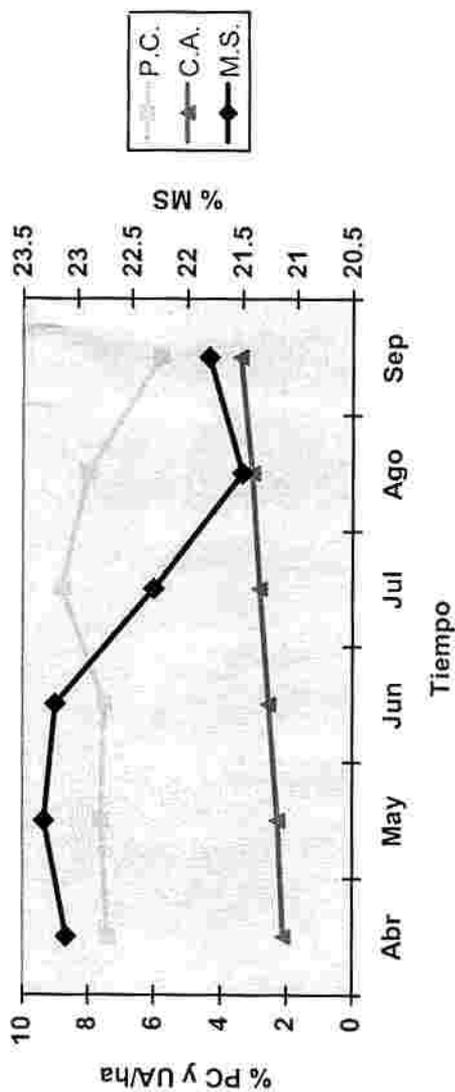


FIGURA 2. PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA (PC), MATERIA SECA (MS) Y CARGA ANIMAL (CA, UA/ha).

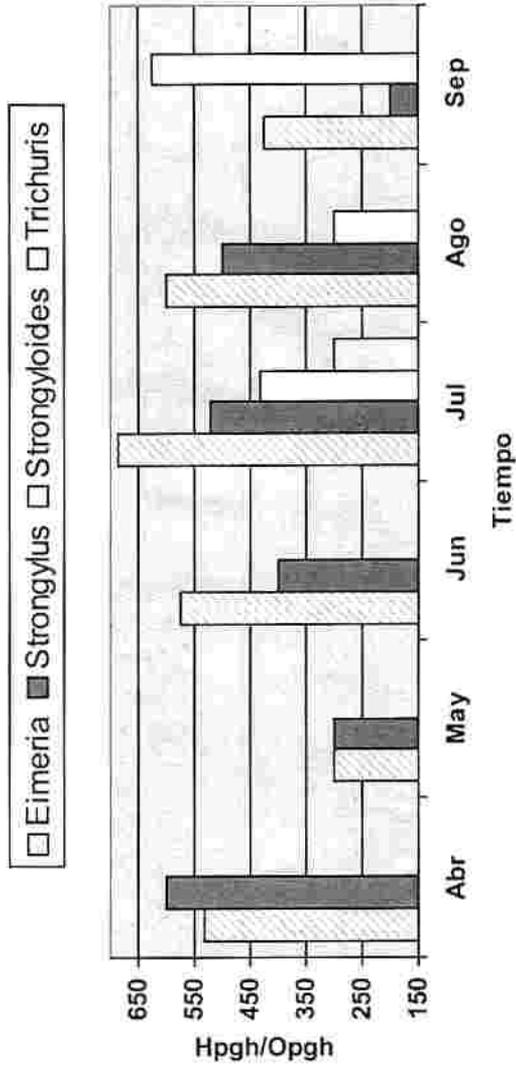


FIGURA 3. CARGA PARASITARIA DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO.

el mes de septiembre con 625 hpgh. Por otra parte, el parásito *Trichuris* sp. tuvo su aparición solamente en el mes de julio con una carga de 300 hpgh. De acuerdo a De Gracia (1999), las cargas parasitarias de los animales muestreados están en el rango de moderada a alta y junto con los cambios en los contenidos de MS y PC de las pasturas, pudieron afectar las ganancias diarias de peso vivo esperado (0.9 a 1.0 kg/día). De acuerdo a estos resultados, se podría especular sobre la resistencia de los vermes gastrointestinales a las frecuencias y productos utilizados en animales Santa Gertrudis.

A pesar que se utilizó el Lasalocid Sódico (al 4%), las cargas de *Eimeria* sp. fueron siempre altas. Sin embargo, de acuerdo Roche (1999), para un óptimo control de la coccidiosis se debe emplear 7.4 g de Lasalocid Sódico (al 4%) por animal, por día, mientras que en el presente estudio la dosis fue de 5 g/animal/día, la cual es la recomendada sólo para mejorar la tasa de crecimiento y no para el tratamiento de

las coccidias. Berger y col. (1981) reportaron excelentes controles de coccidios a los 42 y 130 días después de suministrado el Lasalocid Sódico (al 4%) con dosis de 5.2 y 7.8 g/animal/día.

La estructura de costos es una forma de realizar el análisis económico de cualquier sistema de ceba para determinar en que renglón se realizan los mayores egresos económicos y hacer los correctivos pertinentes. Los detalles del análisis económico de detallan en el Cuadro 9.

El T4 resultó el sistema de ceba en pastoreo con menor costo de producción de un kilo de carne con B/.1.063. Por otra parte, el T4 obtuvo el mayor ingreso neto por hectárea (B/.366.68), el cual fue superior al T1, T2 y T3 en 42.4%, 6.1% y 26.1%, respectivamente. Además, el ingreso neto por animal fue mayor en el T4 con B/.122.23, superando en B/.36.42, B/.7.10 y B/.25.30 al T1, T2 y T3, respectivamente. La relación ingreso neto: costo total fue superior en 6.7%, 0.6% y 4.0% al T1, T2 y T3, respectivamente.

CUADRO 9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE CEBAS BASADOS EN 12 MACHOS ENTEROS SANTA GERTRUDIS EN CUATRO HECTÁREAS DE PASTURAS INTRODUCIDAS.

Item	T1	T2	T3	T4
1. Costos Fijos.	411.57	410.39	405.68	413.65
- Infraestructura ^a	19.68	19.68	19.68	19.68
- Otros costos fijos ^b	391.89	390.71	386.00	393.97
2. Costos variables.	5512.46	5478.50	5369.09	5659.47
- Alimentación.	768.46	768.46	833.89	833.89
- Fertilización.	242.80	242.80	242.80	242.80
- Salud del hato.	118.13	125.93	118.13	125.93
- Transporte de insumos.	63.00	63.00	63.00	63.00
- Compra de animales ^c	4320.07	4278.31	4111.27	4393.85
3. Costos totales (CT)	5924.03	5888.89	5774.77	6073.12
4. Ingreso Bruto (IB) ^d	6953.76	7270.56	6937.92	7539.84
5. Ingreso Neto (IN)	1029.73	1381.67	1163.15	1466.72
6. (IN/CT)100, %	17.40	23.50	20.10	24.10
7. Costo kg de carne	1.124	1.069	1.099	1.063
8. IN/ha	257.43	345.42	290.79	366.68
9. IN/Animal	85.81	115.14	96.93	122.23

(a) Depreciaciones de cercas, bebederos y comederos.

(b) Alquiler de tierra, impuesto de compra de animales (B/1.50/animal) e interés bancario (8.75%/año). No se incluye el costo administrativo.

(c) Precio pagado B/1.276/kg.

(d) Precio recibido B/1.320/kg.

El margen entre el T4 y T2 en los ingresos netos por hectárea, ingresos netos por animal y la relación ingreso neto: costo total fue muy similar; sin embargo, el costo de producción de un kilo de carne le da un muy ligero margen al T4.

De los costos variables el costo por compra de animales fue el mayor con un rango de 76.6% (T3) a 78.4% (T1), mientras que el costo de alimentación varió de 14.0% (T1) a 15.5% (T3).

CONCLUSIONES

- Se concluye que engordar animales Santa Gertrudis bajo condiciones ambientales, similares al presente estudio, resultó bio-económicamente más conveniente la combinación de pastoreo, suplementación energética proteica, ionóforo e implantes o la combinación pastoreo, suplementación energética proteica e implante al

obtenerse las más altas ganancias diarias de peso e índices económicos sobre los sistemas de ceba con pastoreo, suplementación e ionóforo y pastoreo con suplementación energética proteica.

- La inclusión del ionóforo mostró una respuesta positiva sobre la ganancia diaria de peso superior a la reportada en la literatura a pesar de los altos contenidos de melaza en la mezcla líquida.
- El implante mejoró la ganancia diaria de peso y los días de implantes propuestos en este estudio están en el rango recomendado por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos, lo cual indica que es segura su utilización.

RECOMENDACIONES

Del presente estudio se recomienda probar otras fuentes

energéticas y proteicas para reducir los costos de producción y otros biotipos raciales que involucre al Cebú y sus cruces con razas como Simmental y Charolais de gran tradición en Panamá.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, P. 1989. Feeding diverse biological types of cattle: How to produce lean, uniform, palatable beef- profitability. University of Minnesota. Extension Beef Cattle Program. Issue N°1. 22 p.
- ANDERSON, P. 1991. Optimum forage use in beef cattle growing and finishing diets. University of Minnesota. Extension Beef Cattle Program. Issue N°18. 12 p.
- AMIR, P.; KINPSCHEER, H.C. 1989. Conducting on-farm animal research: Procedures and economic analysis. Winkrock International Institute for Agricultural Development, USA. International Development Research Center, Canada. 244 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1965. Official methods of analysis. Arlington, VA., USA. 373 p.
- ÁVILA, M.A.; CASTRO, L. 1997. Evaluación de la *Brachyria humidicola* con y sin fertilización nitrogenada y asociada con *Arachis pintoi* CIAT 18744 en producción de carne. En Encuentro Científico Agropecuario. IDIAP. Santiago, Veraguas. 25 al 28 de agosto de 1997 (Resumen).
- BERGER, L. L.; RICKE, S. C; FAHEY, G.C. 1981. Comparison of two forms and two levels of Lasalocid with Monensin on feedlot cattle performance. Journal of Animal Science 53: 1440-1445.
- BYERS, F.M.; NICHOLS, W.T.; CARSTENS, G.E.; HUTCHESON, D. P. 1994. Somatotropin/ PF₂α regulation of protein growth in cattle with an-

- drogen/ estrogen implants. Journal of Animal Science. (Suppl. 1): 325 (Abstract).
- CATON, J.C.; FREEMAN, A.S.; GALYEAN, M.L. 1988. Influence of protein supplementation on forage in take, *in situ* forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant blue grama rangeland. Journal of Animal Science 66: 2262-2271.
- DENHAM, A.H. 1977. Influence of energy and protein supplements on grazing and feedlot performance of steers. Journal of Animal Science 45: 1-7.
- DIKEMAN, .M.E.; NAGELI, K.N.; MYERS, S.M.; SCHILLER, R.R.; KROPF, D.H., KASTNER, C.L.; RUSSO, F.A. 1985. Accelerated versus conventional beef production and processing. Journal of Animal Science 61:137-150.
- DE GRACIA, M. 1999. Muestreo de heces bovinas para análisis coprológico. IDIAP. Hoja Divulgativa.
- DRAPER, N.; SMITH, H. 1980. Applied regression analysis. Wiley and Sons, New York. USA. 234 p.
- FREUND, R.J.; LITTELL, R.C. 1981. SAS for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. 231 p.
- GALYEAN, M. L. 1996. Protein levels in beef cattle finishing diets; industry application, university research and system results. Journal of Animal Science 74: 2860-2870.
- GÓMEZ, J.; AVILA, M.A.; SALDANA, C. 1987. Producción de carne en praderas de pasto Señal (*Brachiaria decumbens* Stapf) en Panamá. IDIAP. Boletín Técnico N° 18. 17 p.

- GRIFFIN, D.; MADER, T. 1997. Beef cattle implant update. NebGuide. G97-1324-A. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska - USDA. 7 p.
- HERRERA, J.G.; BARRERAS, A. 2000. Manual de procedimientos. Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. 119 p.
- KEARL, L.C. 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International Feedstuff Institute. Utah Agricultural Experiment Station. Utah State University. Logan, Utah, USA. pp.7-83.
- MADER, T.; STOCK, R. 1993. Feed additives for beef cattle. NebGuide. University of Nebraska, Lincoln, USA. 4 p.
- McGEE, M.; ZOETEWELJ, L.; HOLDER, P. 1999. Molasses in livestock feeds. R & H. Hall. Technical Bulletin. Issue N°3. 11 p.
- MILTON, C.T.; BRANDT, R.T.; KUHL, G.L.; ANDERSON, P.T. 1995. Implant strategies for finishing calves. Kansas State University. Cattlemen's Day. 3 p.
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 1995. Análisis de la competitividad de los productos del sector agropecuario. MIDA-OPC. Panamá. pp.132-150.
- MONTENEGRO, R.D.; PINZON, B. 1992. Pasto Gualaca (*Brachiaria dictyoneura*). IDIAP. Boletín Técnico. 23 p.
- MONTENEGRO, R.D.; PINZON, B. 1997. Maní Forrajero (*Arachis pintoi*, Krapovickas y Gregory). IDIAP. Boletín Técnico. 20 p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1976. Nutrient requirements of beef cattle. 5th ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- PATE, F. 1996. Ionophores do not appear to work in molasses supplements. The Florida Cattleman and Livestock Journal. November, 1996. (Abstract).
- PEREZ INFANTE, F. 1969. Ceba de toros en pastizal de Pangola suplementados con miel/urea al 3% y concentrado. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 3: 88-94.
- ROCHE. 1999. Bovatec®. Las 10 preguntas y respuestas acerca de nuestro producto. Hoja Divulgativa. 5 p.
- ROJAS, C. 1993. Enfoque de los sistemas de producción de carne en el marco de la clasificación y tipificación. Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA). Chile. pp. 35-51.
- ROUQUETTE, F.M. 1993. Matching forage quality to beef cattle requirements. 42nd Annual Florida Beef Cattle Short Course Proceeding. 1993. 5 al 7 mayo. Gainesville, Fl., USA. 5 p.
- SEWELL, H.B. 1993. Feed additives for beef cattle. Agricultural Publication G02075. University of Missouri, Columbia, USA. 4 p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2nd ed. McGraw-Hill Publishing Co., New York.
- VALDES, G.; ELIAS, A.; CASTILLO, F. 1996. Una nota sobre la utilización de la miel proteica casera en la suple-

mentación de machos bovinos en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 30: 155-158.

VALDES, G.; SERNA, A. 1999. Producción de carne bovina bajo condiciones de pastoreo en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 33: 1-12.

VACCARO, L de. 1984. Mediciones de respuesta animal en ensayos de pastoreo: Vacas lecheras y de doble propósito. *En Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas.* (Eds) C. Lazcano y E. Pizarro. CIAT. Lima, Perú. pp. 127-141.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración del Ing. Virgilio Vergara quien facilitó los animales para el estudio. Igualmente se agradece al Dr. Manuel S. De Gracia, Ph.D., profesor de nutrición de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá por la revisión del manuscrito y opinión en los análisis estadísticos. Especial agradecimiento al personal del Laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental de Gualaca, IDIAP.

NUEVO CULTIVAR DE PIMENTÓN DE ALTO RENDIMIENTO "149 m"

*Pedro V. Him*¹; *Gladys T. de Gutiérrez*²;
*Nilso García*³; *Abraham Castillo*⁴

El cultivar "149m" de pimentón es una nueva alternativa para los productores, creado por el Proyecto de Mejoramiento Genético de Hortalizas de IDIAP. Uno de los principales problemas del cultivar de pimentón en Panamá y países tropicales es la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*); virosis, cercosporosis, entre otros, los cuales disminuyen los rendimientos drásticamente y desmeritan la calidad del fruto. El cultivar "149 m" nace del producto de la hibridación artificial de la variedad California Wonder x Aji criollo dulce. A partir de la generación filial F2 (poblaciones segregantes) se practicó selección individual de acuerdo a los objetivos perseguidos y tomando en cuenta la herencia (mono o multigenica) de los caracteres de interés, hasta una generación F5. Las generaciones sucesivas se les practicó selección masal hasta una F9. Una vez identificada la línea promisoría se incluyó como accesión a ensayo de observación, rendimiento y validación en distintas localidades del país (Divisa, Los Santos, Río Hato, etc), principalmente en donde se cultiva el pimentón a nivel comercial, donde se comportó con buena adaptación, producción de 400-500 qq/ha aprox.; alta tolerancia a marchitez bacteriana, cercospora, virus y ácaros, entre otras.



Responde a una floración a los 35-40 ddt (días del transplante), de 60-70 ddt a la fructificación; número de frutos/planta, ± 25 ; peso del fruto, 50-85 g; el fruto no es pungente; color del fruto en estado inmaduro, verde y en estado maduro, rojo; espesor de la pared del fruto, 3.5-40 mm; color de las anteras, azul y color del filamento, blanco. El fruto posee de 3-4 lóculos y su pedúnculo va del liso al hundido.

PALABRAS CLAVES: Cultivar; hibridación; generación segregantes; herencia de los caracteres; purgencia; accesión.

¹ Ph.D. Fitomejorador. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: Idiap_div@cwpanama.net

² Ing. Agr. Instituto Nacional de Agricultura (INA). Tel. 976-1308

³ Téc. Agropecuario. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Azuero (CIAAz).
e-mail: Idiap_az@cwpanama.net

⁴ Téc. Agropecuario. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Azuero (CIAAz).
e-mail: Idiap_az@cwpanama.net

CULTIVAR DE TOMATE: "L-4 A"

Rolando Lasso¹; **Pedro V. Him**²; **Gladys T. de Gutiérrez**³;
Carlos Herrera⁴; **Nilso García**⁵; **Abraham Castillo**⁵

El tomate es fuertemente afectado por la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), virus, nemátodo, alta temperatura entre otros, repercutiendo en bajos rendimientos y calidad del fruto. El Proyecto de Mejoramiento Genético de Hortalizas ha concentrado grandes esfuerzos en tomate industrial; en esta ocasión también creó un cultivar con características para el consumo en fresco o tomate de mesa como comúnmente se le conoce. El cultivo L-4A es el esfuerzo de la hibridación de L-19 x L-1-12, seguida del manejo de poblaciones segregantes (F2 en adelante) con evaluaciones y selecciones individuales y masales, hasta identificar esta línea promisoría y caracterizarla. Estas evaluaciones y caracterizaciones se realizaron en el Campo Experimental del IDIAP en Chichebre (Chepo). Una vez identificada y caracterizada esta línea, pasó a formar parte de los Ensayos de Observación, Rendimiento y Validación, donde comparativamente con otros híbridos, líneas y cultivares se comportó como promisorio. Estas últimas evaluaciones se efectuaron en Chepo, Divisa, Azuero, Ollas Arriba, Río Sereno y Río Hato. Entre sus características más sobresalientes tenemos: Potencial de rendimiento superior a 1,000 qq/ha; tolerancia a marchitez bacteriana; floración, 35 ddt; maduración, 65 ddt; color de hipocolito, morado; forma del fruto, redondeado; color del fruto maduro, rojo; pH, 5-6 y Brix, 6-7. Se recomienda cultivarlo en áreas agroclimáticas similares a las regiones donde se seleccionó y evaluó.



PALABRAS CLAVES: Línea; poblaciones segregantes; marchitez bacteriana; hibridación.

¹ Dr. Fitomejorador. IDIAP. (Investigador jubilado).

² Ph.D. Fitomejorador. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap_div@cwpanama.net

³ Ing. Agr. Instituto Nacional de Agricultura (INA). Tel. 976-1308

⁴ Téc. Agropecuario. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr).
e-mail: idiap_chepo@cwpanama.net

⁵ Téc. Medio. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Azuero (CIAAz).
e-mail: idiap_azu@cwpanama.net

REVISTA CIENTÍFICA
Ciencia Agropecuaria No.12

Es una Publicación del



Edición

Elizabeth S. De Freitas G.

Diseño y Diagramación

Elizabeth S. De Freitas G

Asistencia

Osiris Valdés.

Colaboradores

Gladis Batista

Fabiola Abrego

Catalogación en la Fuente

Tomasa Puga B

Compaginación

Herminio González

Gloria Barria

Encuadernación

Herminio González

Emiliano Velarde

Impreso en los Talleres del

IDIAP en David, Chiriquí

Impresión de Portada:

Impresora Central, S.A.

David, Chiriquí

Tiraje

400 ejemplares

Esta publicación fue financiada con fondos del
Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios
PROMOSA, BID-924