



CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N°10

PANAMÁ, 2000



Ley

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) fue creado por la Ley No.51 del 28 de agosto de 1975. Es una Entidad Estatal que norma todas las actividades de investigación agropecuaria del Sector público y tiene como objetivos principales aumentar la producción y productividad, así como el nivel de ingreso de los productores agropecuarios con énfasis en los pequeños productores. Es órgano de consulta del Estado en la formulación y aplicación de políticas científicas y tecnológicas agropecuarias y sirve como organismo de apoyo a la enseñanza y capacitación técnica a todos los niveles del Sector Agropecuario.





ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N° 10

PANAMÁ, 2000

Revista Ciencia Agropecuaria/Instituto de Investigación
Agropecuaria de Panamá. Dirección Nacional
de Prueba y Transferencia. Departamento de
Publicaciones
no. 10 (2000) 184 p.--Panamá: 2000--

Anual.

1. INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS - PANAMÁ.
3. INVESTIGACIONES PECUARIAS - PANAMÁ

Agradecemos Canje

Wir bitten um Austausch - Exchange requested

On demande l'echange - Gradiremmo cambio

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Luis A. Posse Martinz

Ministro de Desarrollo Agropecuario
Presidente

Sr. Abelardo Amos

Gerente General del Banco
de Desarrollo Agropecuario
Miembro

Ing. Rodrigo Cambra

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

Sub-Director General

Dr. Anibal Armien

Director Nacional de
Investigación Pecuaria

Ing. Rodrigo A. Morales

Director Nacional de
Investigación Agrícola

Licda. María Luisa De Arco

Directora Nacional de
Administración y Finanzas

Licdo. Hermel López

Director Nacional de
Planificación y Socioeconomía

Dra. Xenia Ceville

Directora Nacional de
Prueba y Transferencia

Ing. Juan Corella

Director del CIA-Occidental

Ing. Virginia de Rodriguez

Director del CIA-Central

Ing. Anaís Vargas

Directora del CIA-Oriental

Ing. Miguel Cigarruista

Director del CIA-Azuero

Ing. Luis Pinto

Director del CIA-Recursos Genéticos

Editorial

Con el Volumen No.10 de la Revista Científica, "Ciencia Agropecuaria", el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDTAP) continúa proyectándose dentro del ámbito del conocimiento; esta vez, con una nueva orientación y filosofía. En esta ocasión tan especial, en que estamos celebrando los 25 años de creación, nos sentimos gratamente complacidos y orgullosos de la significativa contribución que hemos realizado para impulsar el desarrollo del país y, por ende, de la región Latinoamericana.

De cara al milenio, la investigación y el crecimiento del medio rural, constituyen la piedra angular para todos los países en vías de desarrollo. Pero esto sólo se pudo lograr con la incorporación del conocimiento, ciencia y tecnología en un marco de equidad y sostenibilidad de los recursos naturales con el fin de asegurar el bienestar de la población.

La divulgación tecnológica de los resultados de la investigación es una acción necesaria que contempla el ciclo de generación y transferencia del conocimiento, la cual debe ser del dominio público, y en especial, de los pequeños y medianos productores agropecuarios del país.

La misión del IDTAP está dirigida hacia la generación y promoción de agrotecnologías que ofrecen la oportunidad de acrecentar el desarrollo del sector agropecuario. La periodicidad de nuestra revista científica, ajustada a las altas normas de calidad, es una labor fundamental de la Entidad. A partir de la presente edición, su publicación regular y el perfeccionamiento de la excelencia de sus artículos será nuestro constante desvelo y recibirá una especial atención en nuestra administración.

Dr. David Berroa P.
Director General del IDTAP

EDITORAS

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

Sandra A. de Millán, Ing. Agr.

COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Miguel A. Acosta, Ing. Agr.

José A. Aguilar, M.Sc.

Pedro Argel, Ph.D.

Miguel A. Avila, M.Sc.

José R. Binns, Ph.D.

Kilmer Von Chong, Ph.D.

Pedro Guerra M., M. Sc.

Rodrigo Morales, M.Sc.

Bolívar Pinzón, M.Sc.

Santiago Ríos A., M.Sc.

Manuel E. Ruiz, Ph.D.

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 Dirección de Prueba y Transferencia 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

Dirección de Prueba y Transferencia

Unidad de Publicaciones

Apartado 6-4391. El Dorado, Panamá

Tel. 3170519-22 / 7755250, Fax: 7742607

idiap_pan@cwpanama.net

idiap_dav@cwpanama.net

CONTENIDO

1-14	<i>Bolívar Pinzón y Rubén Montenegro</i> Introducción y selección de gramíneas y leguminosas en Rambala, Bocas del Toro.
15-24	<i>Bolívar Pinzón y Rubén Montenegro</i> Evaluación del pasto Gualaca (<i>Brachiaria dictyoneura</i> CIAT 6133) en producción de carne.
25-44	<i>Benjamín Name</i> Evaluación Agronómica de la Roca Fosfórica de Carolina del Norte en un ultisol, en una rotación arroz-frijol.
45-60	<i>José E. Villarreal, Santander Jaramillo y Benjamín Name</i> Fracciones de fósforo orgánico en suelos de Panamá.
61-72	<i>Rodrigo A. Morales A. y Jorge Muñoz</i> Frecuencias de aplicación del fungicida Clorotalonil 82.5 para el manejo de <i>Phytophthora infestans</i> en tres variedades de papa.
73-82	<i>Rodrigo A. Morales A.</i> El Metconazole SL para el manejo de la roya (<i>Pragmidium mucronatum</i>) en el cultivo de rosas (<i>Rosa</i> sp). Cerro Punta, Panamá. 1999.
83-100	<i>Román Gordón, Jorge Franco, Andrés González y José Guerra</i> Efecto de la poda e insecticidas en el manejo de las principales plagas del cultivo de melón (<i>Cucumis melo</i>). Los Santos, Panamá. 1998.

CONTENIDO

101-112	<i>Román Gordón, Jorge Franco, Andrés González y Oscar Gutiérrez</i> Manejo químico de las principales plagas del cultivo de melón bajo dos sistemas de siembra. Los Santos, Panamá. 1999.
113-122	<i>Román Gordón, Andrés González y Jorge Franco</i> Determinación de la densidad óptima de plantas de los cultivares de maíz P-9490, CB-HS-8GM2 y X-1358K. Azuero, Panamá. 1998.
123-134	<i>Román Gordón, Andrés González y Jorge Franco</i> Manejo de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz. Azuero, Panamá. 1996-1998.
135-146	<i>Román Gordón, Jorge Franco, Andrés González.</i> Efecto de diferentes tipos de rastrojos en la producción del cultivo de maíz. Los Castillos, Herrera, Panamá. 1996-1998.
147-160	<i>Ismael Camargo y Román Gordón.</i> Estimación y comparación de parámetros de estabilidad para determinar la respuesta de rendimiento de grano en cultivares de Maíz.
161-165	NOTA TÉCNICA <i>Bolívar Pinzón y Rubén Montenegro.</i> Prueba de tecnología de control químico de malezas de hoja ancha en potreros de finca del productor en el área de Gualaca.
167	ANEXO

INTRODUCCIÓN Y SELECCIÓN DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS EN RAMBALA, BOCAS DEL TORO

Bolívar Pinzón¹; Rubén Montenegro²

RESUMEN

El trabajo se desarrolló, por dos años, en Rambala, Bocas del Toro, con el fin de generar información sobre productividad, calidad y el grado de invasión de la gramínea nativa Ratana (*Ischaemun ciliare*) sobre las gramíneas y leguminosas en estudio. Las gramíneas de piso fueron: *Brachiaria brizantha* (CIAT 664, CIAT 6298, CIAT 6780, CIAT 26646), *Brachiaria decumbens* (CIAT 606, CIAT 6132), *Brachiaria humidicola* CIAT 679, *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 y *Cynodon nlemfuensis*; las gramíneas de corte: *Pennisetum purpureum* (cultivares Taiwán, Camerún y Enano Mott) y la leguminosa Mani Forrajero, *Arachis pintoi* (CIAT 17434, CIAT 18744). Las gramíneas de piso y de corte recibieron a la siembra 135 kg de fertilizante 12-24-12 y al mes, 50 kg N/ha/año. El *A. pintoi* recibió sólo 50 kg de P_2O_5 /ha/año. Se realizaron en total 14 cortes a intervalos de 45 días de rebrote. Existió diferencia ($P<0.05$) entre las gramíneas de piso con respecto a rendimiento de materia seca (MS), siendo la más productiva la *B. humidicola* y la de menor producción, *C. nlemfuensis*. Los cultivares Taiwán y Camerún fueron superiores ($P<0.05$) al Mott; el *A. pintoi* CIAT 18744 fue superior ($P<0.05$) al *A. pintoi* CIAT 17434. La proteína cruda (PC) en gramíneas de piso varió ($P<0.05$) de 7.6 a 9.5%, mientras para las gramíneas de corte, el cv Mott fue más alto ($P<0.05$) que en los cv Taiwán y Camerún; para las dos leguminosas, los valores de PC fueron similares ($P>0.05$). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) en las gramíneas de piso osciló de 42.6 a 47.6 ($P<0.05$), mientras que en las gramíneas de corte ésta varió de 43.0 a 46.0% ($P<0.05$); las leguminosas *A. pintoi* presentaron valores entre 57.0 a 60.0% ($P>0.05$). El fósforo (P) en gramíneas de piso fue alto, 0.27 a 0.37% ($P<0.05$). El Camerún y Mott mostraron más P ($P<0.05$) que el Taiwán y en los *Arachis*, los valores fluctuaron entre 0.31 y 0.33% ($P>0.05$). El calcio (Ca) en las gramíneas de piso varió de 0.56 a 0.21% ($P<0.01$); Taiwán y Mott presentaron más Ca, 0.43% ($P<0.05$), que el Camerún, 0.35% y los *Arachis* mostraron altos valores de Ca siendo superior ($P>0.05$) el *A. pintoi* CIAT 18744 con 2.11% en comparación con el *A. pintoi* 17434 que fue de 1.88%. La invasión de Ratana varió desde 16.6 a 98.0% ($P<0.05$) en las gramíneas de piso; los *Pennisetum* tuvieron alta invasión de Ratana (98%) y el *A. pintoi* CIAT 18744 mostró ($P<0.05$) ser más competitivo que el *A.*

¹ Ing. Agr., M.Sc. Investigador. Estación Experimental de Gualaca, IDIAP-CIAOC.

² Agr. Asistente. Estación Experimental de Gualaca, IDIAP-CIAOC.

pinto CIAT 17434. Se concluye que la mayoría de las gramíneas presentaron rendimientos superiores a 2,000 kg MS/ha/corte, pero al analizar rendimiento de MS y capacidad para competir con la Ratana, las mejores gramíneas para el área fueron *B. humidicola* CIAT 679, *B. brizantha* CIAT 6780 y *B. dictyoneura* CIAT 6133 y entre las leguminosas, el *A. pinto* CIAT 18744.

PALABRAS CLAVES: Selección; *Ischaemun ciliare*; gramíneas; leguminosas.

INTRODUCTION AND SELECTION OF GRASSES AND LEGUMINOUSES IN RAMBALA, BOCAS DEL TORO

The work was developed during two years in Rambala, Bocas del Toro, with the purpose of generating information about productivity, quality and invasion grade of Ratana native grass (*Ischaemun ciliare*) over the grasses and leguminoses in study. Creeping grasses were: *Brachiaria brizantha* (CIAT 664, CIAT 6298, CIAT 6780, CIAT 26646); *Brachiaria decumbens* (CIAT 606, CIAT 6132), *Brachiaria humidicola* (CIAT 679), *Brachiaria dictyoneura* (CIAT 6133) and *Cynodon nlemfuensis*; cut grasses were: *Pennisetum purpureum* (Taiwan, Camerun and dwarf Mott) and the leguminose Mani Forrajero, *Arachis pinto* (CIAT 17434, CIAT 18744). Creeping and cut grasses were fertilized at sowing with 135 kg of 12-24-12⁵ and one month later with 50 kg N/ha/yr. *A. pinto* was only fertilized with 50 kg of /ha/yr. It was carried out 14 cuts every 45 days. There was significant difference ($P<0.05$) among creeping grasses respect to dry matter yield (DM) being more productive *B. humidicola* and less productive *C. nlemfuensis*. Taiwan and Camerun were superior ($P<0.05$) to dwarf Mott; *A. pinto* CIAT 18744 was superior ($P<0.05$) to *A. pinto* CIAT 17434. Creeping grasses crude protein varied ($P<0.05$) from 7.6 to 9.0%, while in cut grasses, dwarf Mott was higher ($P<0.05$) than Taiwan and Camerun. In both leguminoses, the values of crude protein were similar ($P>0.05$); *in vitro* digestibility of DM (IVDDM) of cut grasses varied from 42.6 to 47.6% ($P<0.05$), while in creeping grasses varied from 57.0 to 60.0% ($P<0.05$). Phosphorous (P) in the creeping grasses was high, from 0.27 to 0.37% ($P<0.05$). Camerun and Mott showed more P ($P<0.05$) than Taiwan and in *Arachis*, the values varied from 0.31 to 0.33% ($P>0.05$). Calcium (Ca) in creeping grasses varied from 0.56 to 0.21% ($P<0.01$); Taiwan and Mott presented more Ca (0.35%, $P<0.05$) than in Camerun, 0.43%; and *Arachis* showed higher Ca values being superior ($P<0.05$) *A. pinto* CIAT 18744 with 2.11% compared with *A. pinto* CIAT 17434 with 1.88. Ratana invasion varied from 16.7 to 98.0% ($P<0.05$) in the creeping grasses; *Pennisetum* had high Ratana invasion (98%), and *A. pinto* CIAT 18744 showed ($P<0.05$) being more competitive than *A. pinto* CIAT 17434. It was concluded that most of the grasses showed superior yields to 2,000 kg DM/ha/cut, but considering DM yield and Ratana invasion capacity, the best grasses to the area were *B. humidicola* CIAT 679, *B. brizantha* CIAT 6780 and *B. dictyoneura* CIAT 6133 and between leguminoses, *A. pinto* CIAT 18744.

INTRODUCCIÓN

La base alimenticia de las ganaderías de leche, cría y ceba, en la provincia de Bocas del Toro, lo constituyen las gramíneas Ratana (*Ischaemun ciliare*), Pará (*Brachiaria mutica*), Alemán (*Echinochloa polystachya*) y Táner (*Brachiaria rugurosa*). Sin embargo, estas gramíneas presentan bajos rendimientos de forraje y, por ende, soportan carga animal baja, lo que redundará en una reducida producción de carne o leche por animal y por unidad de área.

Es posible que algunas pasturas estudiadas en el sector del Pacífico, especialmente ecotipos de *Brachiaria*, puedan adaptarse y ser más productivas que las que actualmente existen en esa provincia, si se consideran los buenos resultados encontrados a nivel de la Estación Experimental de Gualaca, por Ortega y Samudio (1979); Gómez y col. (1987); Urriola y col. (1988); Pinzón y Montenegro (1992); Ávila y Pinzón (1993); y Hertentains y col. (1994).

Trabajos reportados por CIAT (1995) indican que en el trópico húmedo de Guápiles, Costa Rica, bajo condiciones de suelo mal drenado, tuvieron buena adaptación y producción de forraje la *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola CIAT (679), *B. dictyoneura* cv. Gualaca (CIAT 6133) y *B. brizantha* CIAT 26110, mientras que mostraron pobre adaptación, la *B. decumbens* cv. Señal (CIAT

606) y *B. brizantha* cv. Marandú (CIAT 6780).

En vista de que se tiene poca información en el área de Rambala, Bocas del Toro, sobre nuevas gramíneas de piso y corte y de leguminosas, se diseñó este experimento con los siguientes objetivos:

- ▲ Seleccionar materiales promisorios de acuerdo a productividad y calidad nutritiva.
- ▲ Medir grado de invasión de Ratana sobre las gramíneas leguminosas introducidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló, durante dos años (junio 1995-agosto 1997), en finca de un productor de Rambala, a 5 msnm, con precipitación media anual de 4.000 mm y temperatura media de 27 °C. El suelo es de textura franco arenosa, bien drenado y pH de 4.8. Presenta un contenido de materia orgánica bajo (3.0%), bajo en P (1.4 ug/ml), medio en K (78.0 ug/ml), bajo en Ca y Mg (0.90 y 0.38 meq/100 ml, respectivamente).

Los forrajes investigados fueron las gramíneas de piso: *Brachiaria brizantha* (CIAT 664, CIAT 6298), cv. Marandú (CIAT 6780) y cv. Libertad (CIAT 26646); *B. decumbens* cv. Señal (CIAT 606) y CIAT 6132; *B. humidicola*

cv. Humidicola (CIAT 679), *B. dictyoneura* cv. Gualaca (CIAT 6133) y *Cynodon nlemfuensis* (pasto Estrella); las gramíneas de corte *Pennisetum purpureum* (cvv. Taiwán, Camerún y Enano Mott) y la leguminosa *Arachis pintoi* cv. Maní Forrajero (CIAT 17434) y cv. Porvenir (CIAT 18744). El diseño utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones.

La siembra se realizó con material vegetativo a chuzo a una distancia entre surcos y plantas de 0.60 m. Al momento de la siembra se aplicó a las gramíneas de piso y corte el equivalente de 135 kg/ha de NPK (fórmula 12-24-12) y al mes de establecidas se fertilizó con 50 kg N/ha/año; mientras que el Maní Forrajero sólo recibió P a razón de 50 kg P_2O_5 /ha. Al segundo año, se hizo la misma aplicación de fertilizante en el mes de mayo.

Se realizaron 14 cortes a una altura de 10 cm del suelo y a intervalos de 45 días de rebrote, tanto para las gramíneas como para la leguminosa. De cada parcela se tomó al azar una muestra de forraje de aproximadamente 0.45 kg para determinar el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), Fósforo (P) y Calcio (Ca) utilizando los métodos descritos por la AOAC (1970). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó por el método detergente neutro (Goering y Van Soest, 1977). Para medir la invasión

de Ratana se hicieron al final del experimento en agosto de 1997, mediciones visuales en términos porcentuales de acuerdo a la cobertura que presentaba esta especie sobre las parcelas de las gramíneas establecidas.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza, por separado, para gramíneas de piso, corte y leguminosas y las diferencias entre los promedios de los tratamientos se compararon mediante la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

Los parámetros evaluados fueron:

- ▲ Rendimientos de MS/ha y calidad nutritiva de las pasturas.
- ▲ Grado de invasión de Ratana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de Materia Seca (MS)

El Cuadro 1 muestra los rendimientos promedio de materia seca (kg/ha/corte) para las diferentes especies. La gramínea de piso más productiva fue el cv. Humidicola con 2,856 kg MS/ha/corte; sin embargo, este rendimiento no fue diferente estadísticamente ($P>0.05$) del observado en los cvv. La Libertad, Marandú, Señal y Gualaca. La gramínea de menor rendimiento fue el pasto Estrella con 1,084 kg MS/ha/corte.

Los resultados anteriores concuerdan con los observados en Guápiles, Costa Rica (CIAT, 1995), en donde el cv. Humidicola y el cv. Gualaca tuvieron buen comportamiento y altos rendimientos en suelos de mal drenaje. En este sitio del trópico húmedo costarricense se encontró que los cultivares antes mencionados, además del cv. Marandú tuvieron rendimientos que oscilaron entre 2,500-3,000 kg MS/ha/corte cosechadas a intervalos de cada 42 días.

Con relación a los pastos de corte, el Cuadro 1 también muestra la ventaja de los cultivares Taiwán y Camerún sobre el cv. Mott ($P<0.05$), superándolo en promedio en 1,112 kg MS/ha/corte. Estos resultados están por encima de los reportados en Gualaca por Pinzón y González (1978); sin embargo, el rendimiento observado en este caso con el cv. Mott, es inferior al reportado en otros lugares (Mott, 1984), lo cual probablemente se debe a los bajos niveles de nitrógeno aplicados en este experimento (50 kg N/ha/año), pues es conocido que esta gramínea es muy exigente a la fertilización, especialmente a la nitrogenada (Sollenberger y col., 1988).

El cv. Porvenir de *Arachis pinto* produjo significativamente ($P<0.05$) mayores rendimientos que el cv. Maní Forrajero, es decir, 2104 y 965 kg/MS/ha/corte, respectivamente. Sin em-

bargo, el rendimiento de este último, aunque relativamente bajo, se considera aceptable para una leguminosa como *Arachis pinto* si lo comparamos a lo que se reporta en la altillanura colombiana (Rincón y col., 1992).

Calidad Nutritiva

Información sobre la calidad nutritiva de la leguminosa y las gramíneas se presenta también en el Cuadro 1. Existieron diferencias significativas ($P<0.05$) entre variedades, accesiones y especies en cuanto a contenidos de proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y contenidos de calcio (Ca) y fósforo (P). Los valores de PC para las gramíneas de piso oscilaron entre 7.6 y 9.5%, respectivamente, para el cv. La Libertad y el pasto Estrella. Estos valores son intermedios y están dentro del rango reportado por Fick y col. (1978) como aceptable para una gramínea forrajera. Por otra parte, los bajos valores de proteína cruda observados en algunas forrajeras, tal vez se deben a lo prolongado del intervalo de corte, que fue de 45 días de rebrote, ya que a esta edad muchas de las especies tienden a lignificarse; sin embargo, los valores reportados de PC fueron superiores a los encontrados por Villarreal y col. (1996), quienes reportan niveles de 7.0% para el pasto Estrella, el cv. Marandú, el cv. Gualaca y *B. brizantha* CIAT 664.

CUADRO 1. CALIDAD NUTRITIVA Y RENDIMIENTOS DE MATERIA SECA DE UNA LEGUMINOSA Y GRAMÍNEAS DE PISO Y DE CORTE EVALUADAS EN RAMBALA, BOCAS DEL TORO DURANTE 1995-1997.

Gramíneas y Leguminosas	kg/ MS/ha/corte	Porcentajes			
		PC	DM/MS	P	Ca
<u>Gramíneas de piso</u>					
cv. Huridicola	2856 a	7.8 cd	43.6 bc	0.33 b	0.21 f
cv. La Libertad	2734 a	7.6 d	45.6 abc	0.31 bcde	0.39 cd
cv. Marañón	2613 ab	8.4 bcd	47.4 a	0.29 cde	0.48 b
cv. Señal	2455 abc	8.1 bcd	46.6 ab	0.27 de	0.38 cde
cv. Gualaca	2354 abc	7.8 cd	42.6 c	0.30 cde	0.32 e
<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 6298	2092 bc	7.8 cd	47.0 a	0.27 de	0.39 cd
<i>Brachiaria decumbens</i> CIAT 6132	2011 c	8.8 ab	47.0 a	0.31 bcde	0.56 a
<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 664	1908 c	8.7 abc	47.1 a	0.31 bcde	0.42 c
Pasto Estrella	1084 d	9.5 a	44.6 abc	0.37 a	0.33 de
<u>Gramíneas de corte</u>					
cv. Taiwán	4868 a	9.2 ab	43.1 a	0.30 a	0.42 a
cv. Camerun	4645 a	8.5 b	44.7 a	0.33 b	0.35 b
cv. Mott	3644 b	11.3 a	46.0 a	0.34 b	0.45 a
<u>Leguminosa</u>					
cv. Porvenir	2104 a	20.2 a	60.1 a	0.31 a	2.11 a
cv. Mani Forrajero	965 b	19.8 a	57.5 a	0.33 a	1.88 b

a, b, c, d, e, f: dentro de una misma línea vertical, los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ($P>0.05$).

El cv. Mott tuvo significativamente ($P < 0.05$) mayores contenidos de PC que los cvv. Taiwán y Camerún, los cuales fueron de 11.3, 9.2 y 8.5%, respectivamente. Lo anterior era de esperarse, ya que esta gramínea posee alta relación hoja/tallo y por ser de porte bajo, los tallos se lignifican en menor proporción, al compararlos con otros cultivares de *Pennisetum purpureum*. Esta es una de las razones para que al cv. Mott se le considere como un forraje de alta calidad en Florida, EEUU (Sollenberger y col., 1988). Además, Pinzón y González (1979) reportan valores de PC muy similares al cultivar Taiwán, pero en Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086), conocido como "King Grass".

El Cuadro 1 muestra que los contenidos de PC para los cultivares de *Arachis pintoi* fueron similares ($P > 0.05$) y estuvieron alrededor de 20% superior a los reportados en Costa Rica (Villarreal y col., 1996), en Panamá (Polo, 1994) y en Colombia (Rincón y col., 1992). Esta superioridad puede deberse a que en el área donde se desarrolló el experimento, prácticamente no hay época seca y éste es el habitat propicio para los cultivares de *A. pintoi*; por lo tanto, el contenido de PC no está afectado, ya que siempre está en crecimiento activo.

Aunque hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades y especies de gramíneas de piso en cuanto a

porcentajes de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), éstos fueron relativamente bajos para todas las gramíneas, incluyendo los pastos de corte y oscilaron entre 42.6 y 47.4% para el cv. Gualaca y el cv. Marandú, respectivamente (Cuadro 1). Valores superiores a 55.0% de DIVMS reportan Villarreal y col. (1996) y CIAT (1989), en una gran gama de especies de *Brachiarias* en trabajos realizados en Costa Rica, cuando fueron cosechados a intervalos de corte cada 42 días de rebrote.

La DIVMS de los cultivares de *A. pintoi* fue similar ($P > 0.05$) y estuvo alrededor de 60.0%, lo cual se aproxima a la digestibilidad reportada por Carulla y col. (1994) en Colombia, pero menor a la encontrada por Villarreal y col. (1996) y por Rincón y col. (1992), que en este caso fue de 66.0% de DIVMS con *A. pintoi* cv. Maní Forrajero (CIAT 17434) a edad de 35 días de rebrote.

Los contenidos de fósforo (P) fueron altos, tanto en las gramíneas de piso como en las de corte, y en la leguminosa, debido a que proporciones de P entre 0.20 y 0.30% se consideran aceptables para una forrajera (Fick y col., 1978). En este caso, los valores de P oscilaron entre 0.27 y 0.37% respectivamente, para el cv. Señal de *B. decumbens* y *B. brizantha* CIAT 6298 (Cuadro 1). Así también, los contenidos de calcio (Ca) para las gramíneas de piso y de corte estuvieron

dentro del límite considerado normal (0.30%) con excepción del cv. Humidicola, que tuvo en promedio 0.21% de Ca, y que tal vez refleja la baja calidad reportada de esta especie en otros lugares como Brasil (Souza y col., 1992) y Colombia (Hoyos y Lascano, 1995). Por otro lado, los altos valores de Ca observados en los cultivares de **A. pintoí**, coinciden con los encontrados en otras localidades del trópico en esta leguminosa (Lascano y col., 1990; Carulla, 1990 y Rincón y col., 1992). En el presente experimento, el cv. Porvenir tuvo sin embargo, mejores contenidos de Ca que el cv. Maní Forrajero (ICuadro 1).

Invasión de Ratana (*Ischaemun ciliare*)

La Ratana es una gramínea de crecimiento muy agresivo en condiciones de trópico húmedo como lo es el área Atlántico de Panamá. El Cuadro 2 muestra que las gramíneas de piso menos invadidas por esta especie fue el cv. Humidicola (16.7%), el cv. Marandú (18.3%) y el cv. Gualaca (20.0%). Tanto el cv. Humidicola como este último se caracterizan por buena adaptación a suelos pobres y alto desarrollo estolonífero una vez establecidas, lo que favorece la competencia con otras plantas invasoras. Por otro lado, el pasto Estrella sufrió alta invasión y competencia del Ratana

(98%), y esto se refleja en los bajos rendimientos del pasto reportados en el Cuadro 1.

Es probable que los bajos niveles de N aplicados (50 kg/ha) en este experimento, hayan contribuido a los bajos rendimientos del pasto Estrella, pero no se descarta la presencia de factores alelopáticos en el Ratana, tal como fue sugerido por Arosemena y Pezo (1992) en estudios realizados con esta especie y **B. brizantha** en Costa Rica. Los mecanismos de interferencia alelopática son bien conocidos en otras gramíneas (Liang y col., 1983) y pueden interactuar con otros mecanismos de competencia de las plantas. Sin embargo, faltan más estudios al respecto, debido a que en este trabajo todos los pastos de corte fueron prácticamente invadidos por Ratana, pero sin efecto aparente en los rendimientos de materia seca.

La invasión de Ratana fue mucho más pronunciada en el cv. Maní Forrajero (95%) que en el cv. Porvenir (20%), y esto afectó significativamente los rendimientos de MS de estos cultivares (Cuadro 1). El cv. Porvenir es mucho más estolonífero y de establecimiento más rápido que el cv. Maní Forrajero (Argel y Villarreal, 1998), característica que contribuye a que cubra el suelo en menor tiempo y a mayor competencia con otras plantas.

CUADRO 2. PORCENTAJE DE INVASIÓN DE RATANA DENTRO DE LAS PARCELAS DE GRAMÍNEAS DE PISO, DE CORTE Y DE LA LEGUMINOSA EN RAMBALA, BOCAS DEL TORO, DURANTE 1995 A 1997.

GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS	INVASIÓN DE RATANA (%)
<u>Gramíneas de Piso</u>	
cv. Humidicola	16.7 d
cv. La Libertad	50.0 cd
cv. Marandú	18.3 cd
cv. Señal	48.3 cd
cv. Gualaca	20.0 cd
<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 6298	55.0 cd
<i>Brachiaria decumbens</i> CIAT 6132	87.7 ab
<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 864	0.38 cd
Pasto Estrella	98.0 a
<u>Gramíneas de Corte</u>	
cv. Taiwán	98.3 a
cv. Camerún	97.3 a
cv. Mott	97.3 a
<u>Leguminosas</u>	
cv. Porvenir	20.0 a
cv. Mani Forrajero	95.0 b

^a a,b,c,d. Dentro de una misma línea vertical, los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ($P>0.05$).

CONCLUSIONES

▲ Las gramíneas de piso, con excepción del pasto Estrella y *Brachiaria brizantha* CIAT 664, se adaptaron bien y tuvieron rendimientos por encima de 2,000 kg MS/ha/corte, con calidad nutritiva intermedia, bajo condiciones de un suelo de baja fertilidad.

▲ Los cvv. Humidicola, Marandú y Gualaca fueron los de mejor competencia con Ratana, lo cual se reflejó en altos rendimientos de forraje.

▲ Los pastos de corte cvv. Taiwán y Camerún mostraron superioridad en cuanto a rendimiento de materia seca en comparación con el cv. Mott.

▲ El cv. Porvenir de *Arachis pintoi* tuvo altos rendimientos de materia seca y competitividad con Ratana, lo cual demuestra su potencial para asociarse con gramíneas.

RECOMENDACIONES

▲ Establecer ensayos de pastoreo con las gramíneas de piso y de corte más promisorias a nivel de fincas a fin de medir su producción tanto en carne como en leche.

▲ Establecer el cv. Porvenir de *Arachis pintoi* asociado con las gramíneas de piso promisorias y con las gramíneas naturalizadas.

BIBLIOGRAFÍA

ARGEL M., P.J.; VILLARREAL, C.M. 1998. Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744): Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín Técnico. 32 p.

CIAT. 1995. Pasturas Tropicales. Informe Anual. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia. Documento de Trabajo N° 69, 1996. pp. 8-33.

AROSEMENA, E.; PEZO, D.A. 1992. Mecanismos de interferencia del pasto Ratana (*Ischaemun ciliare*) sobre otras especies. En Seminario Taller. El pasto Ratana (*Ischaemun ciliare*) en Costa Rica. Alternativa a problemática en nuestra ganadería. Comité de Educación y Bienestar Social, Balneario, San José, Costa Rica, 3 de abril 1992.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1970. Methods of Analysis. 11th ed. Washington, D.C. George Benta Company, Inc. 1,015 p.
- AVILA, M.; PINZÓN, B. 1993. Establecimiento y Manejo de Pasturas Mejoradas. Manuscrito Inédito. IDIAP, Panamá. 12 p.
- CARULLA, J. 1990. Selectivity and intake of animals grazing on association of *Arachis pintoii* with *Brachiaria dictyoneura* in the Savannas of Colombia. Tesis M.J. University of Nebraska, Lincoln, USA. 141 p.
- CARULLA, J.; LASCANO, C.; WARD, J. 1991. Selectivity of Resident and Oesophageal fistulated steers grazing *Arachis pintoii* and *Brachiaria dictyoneura* in the Llanos of Colombia. Tropical Grassland 25: 315-324.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989. Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual. Cali, Colombia. s.p.
- FICK, K.R.; MCDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. 1978. Current Status of Mineral Research. In J.H. Conrad y L.R. McDowell (eds) Proceedings, Latin American Symposium on Mineral Nutrition Response with Grazing Ruminant, University of Florida, IFAS, Gainesville, USA. pp. 149-162.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1977. Forage fiber analysis. USA, Department of Agriculture, Handbook N° 279. 20 p.
- GÓMEZ, J.; AVILA, M.A.; SALDAÑA, C. 1987. Producción de carne en praderas de pasto Señal (*Brachiaria decumbens*) en Panamá. IDIAP, Panamá. Boletín Técnico. 17 p.
- HERTENTAINS, L.; IGLESIAS, A.; TROETSCHT, O. 1994. Producción intensiva de carne bovina en *Brachiaria brizantha* CIAT 664. IDIAP. Plegable.
- HOYOS, P.; LASCANO, D.C. 1985. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreo en un ecosistema de Bosque semisiempre verde estacional. Pasturas Tropicales 7 (2): 3-5.
- LASCANO, C.E.; TEIZEL, J.K.; ENGPEL, K. 1990. Nutritive Value of Centrosema and Animal Production. In Schultze-Kraft. Biology Agronomy and Utilization. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp. 293-319.

- LIONG, J.C.; SHEEN, S.S.; CHON, C.H. 1983. Competitive allelopathic interactions among some subtropical pastures. In C.Chon and G. Walter (eds). Survey on allelochemicals and pheromones, proceedings. Academia Sinica, Taipei, Taiwan. pp.121-133.
- MOTT, G.O. 1984. Carrying capacity and liveweight gains from draught elephant grass Florida beef cattle short course proceeding. pp.111-114.
- ORTEGA, C.; SAMUDIO, C. 1979. Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. Productividad de carne bovina, IDIAP. Revista Ciencia Agropecuaria (Panamá) 2: 27-40.
- PINZÓN, B.; GONZÁLEZ, J. 1979. Evaluación del pasto Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* Pl 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 1:29-36.
- PINZÓN, B.; MONTENEGRO, R. 1992. Pasto Gualaca, *Brachiaria dictyoneura* (Fig and De Nof) Stapf. IDIAP. Folleto Técnico (s/n). Panamá. 23 p.
- POLO, E. A. 1994. Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca, composición química y tres intervalos de corte en *Arachis pintoi* CIAT 17434. Manuscrito, IDIAP. (sin publicar).
- RINCÓN, C.A.; CUESTA, P.A.; PÉREZ, R.; LASCANO, C.; FERGUSON, J. 1992. Maní Forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory); una alternativa para ganaderos y agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín Técnico ICA N° 219. 23 p.
- SOLLEMBERGER, L.E.; WOODOR, K.R.; JONES, C.S. 1988. Métodos para el establecimiento de pasto Elefante Enano cultivar Mott. En Conferencia Internacional sobre ganadería en los Trópicos. Universidad de Florida, Gainesville, EEUU. pp. 11-18.
- SOUZA, FILHO, P.F. DA S.; DUTRA, S.; SERRAO, E.A.S. 1992. Productividade estacional e composição química de *Brachiaria humidicola* e pastagem nativa de campo cerrado do Amapá, Brasil. Pastura Tropical 14: 11-16.

- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.D. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York, 481 p.
- URRIOLA, D.; ORTEGA, C; ARGEL, P.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, L. 1988. Estudio Agronómico de 21 ecotipos de Brachiarias. Adaptación y rendimiento de forraje. En Primera Reunión de la Red Internacional de Pastos Tropicales para Centroamérica y el Caribe (RIEPT-CAC) INIFAP-CIAT. Nov. 17-19, 1988. Veracruz, México. pp. 273-280.
- VILLARREAL, M; RODRÍGUEZ, L; SÁNCHEZ, J.; SOTO, H. 1996. Evaluación bajo pastoreo de asociaciones gramíneas *Arachis pinto* en San Carlos, Costa Rica. En Experiencias Regionales con *Arachis pinto* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Pedro Argel y Alberto Ramírez (eds). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo N° 159. pp. 5-16.

EVALUACIÓN DEL PASTO GUALACA (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133) EN PRODUCCIÓN DE CARNE

Bolívar Pinzón¹; Rubén Montenegro²

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Gualaca por un período de cuatro años, con el propósito de conocer la producción y productividad del pasto Gualaca (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133), en términos de producción de carne y aspectos de la pradera. El pastoreo rotacional fue de 10 días de ocupación y 30 días de descanso; pastura fertilizada con 50-30-20 kg N, P₂O₅ y K₂O/ha/año, respectivamente, carga animal fija en época seca (4 cabezas/ha) y en época lluviosa (4-6 cabezas/ha). Se utilizaron animales Cebú con 265 kg de PV inicial. Existió diferencia ($P<0.05$) entre las unidades animales, a través de los años de pastoreo, siendo mayor en el primer año; sin embargo, el promedio de cuatro años fue alto, 3.93 y 2.24 UA/ha, para época lluviosa y seca; las ganancias diarias de peso promedio de cuatro años fueron de 0.549 y 0.149 kg/animal, para época lluviosa y seca; el costo de producción de un kilogramo de carne fue de B/ 0.66 y relación beneficio/costo de 19%. Se observó mayor forraje el primer año ($P<0.01$) sobre el resto, siendo el forraje disponible promedio de los cuatro años de 1,984 kg MS/ha/ciclo; la tasa de crecimiento también fue mayor el primer año ($P<0.05$) con promedio de 47.8 kg MS/ha/día; la presión de pastoreo también fue superior el primer año ($P<0.05$) con un promedio de 3.90 kg MS/100 kg de PV. El pasto Gualaca mostró contenidos de proteína cruda de 7.82% y 5.5%, digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 55.0% y 52.0%, para época lluviosa y seca, respectivamente. Se concluye que el pasto Gualaca produjo buenas y sostenidas ganancias de peso por animal y alta capacidad de producción por unidad de área, debido a su alta producción de forraje que le permitió soportar cargas altas. Por otra parte, este pasto constituye una gran alternativa para grandes áreas de Panamá con suelos de baja fertilidad y en donde predomina la ganadería extensiva.

PALABRAS CLAVES: *Brachiaria dictyoneura*; pastizales; producción, producción de carne; pastoreo rotacional; Panamá.

¹ Ing. Agr., M.Sc. Investigador. Estación Experimental de Gualaca, IDIAP-CIAOC.

² Agr. Asistente. Estación Experimental de Gualaca, IDIAP-CIAOC.

EVALUATION OF GUALACA GRASS (*Brachiaria dictyoneura*, CIAT 6133) IN BEEF CATTLE PRODUCTION.

This work was carried out in Gualaca Experimental Station during a four year period with the purpose of knowing Gualaca grass production and productivity (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133) in terms of beef production and aspects of the grassland. Rotational grazing was of 10 days of occupation and 30 days of resting, grassland was fertilized with 50-30-20 kg N, P₂O₅ and K₂O/ha/yr, respectively; fixed stocking rate during the dry season (4 head/ha) and during the raining season (4-6 head/ha). It was used Zebu males with 265 kg of initial live weight. There was significant difference ($P<0.05$) among animal units throughout the grazing years, being higher in the first year; however, the four year average was high, 3.93 and 2.24 AU/ha, in the raining and dry season; four year average weight daily gains were 0.549 and 0.149 kg/animal during the raining and dry season; one kilogram production cost was B/ 0.66 and benefit/cost relationship was 11%. It was observed higher forage in the first year ($P<0.01$) over the other years, being the four year average available forage of 1984 kg DM/ha/cicle; the rate of forage growing also was higher in the first year ($P<0.05$) with 47.8 kg DM/ha/d; grazing pressure was also higher in the first year ($P<0.05$) with 3.90 kg DM/100 kg LW. Gualaca grass showed crude protein content of 7.82% and 5.5%; *in vitro* digestibility of DM of 55.0% and 52.0% in the raining and dry season, respectively. It was concluded that Gualaca grass produced well and sustainable weight gains per animal and high production capacity per unit area due to its high forage production which allowed to support high stocking rates. On the other hand, this grass is a high alternative for grassland areas of Panama with low fertility soils in which predominate extensive livestock systems.

INTRODUCCIÓN

Producto de la introducción de germoplasma forrajero en 1980, procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia, mediante la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), en diversas localidades de Panamá se evaluó una colección de 21 ecotipos de *Brachiarias* (Urriola y col., 1988; Arosemena y col., 1988). Por su adaptación y rendimiento de forraje, se destacaron tres cultivares de *Brachiaria humidicola* (CIAT 679, CIAT 6369, CIAT 6707), *B. dictyoneura* CIAT 6133 y tres cultivares de *Brachiaria brizantha* (CIAT 664, CIAT 6298 y CIAT 6780), en bosque seco, húmedo y muy húmedo tropical.

La *B. dictyoneura* es un pasto perenne, con estolones largos, de color púrpura y hojas lanceoladas. Se adapta a condiciones de suelo de baja fertilidad y ácidos. En suelos de mediana y buena fertilidad, su comportamiento es bueno; sin embargo, no se adapta a suelos mal drenados ni a suelos arenosos. Tolerancia muy bien períodos secos de tres a seis meses, crece bien desde el nivel del mar hasta los 1,000 msnm.

La evaluación de pasturas es un proceso dinámico que debe incluir información sobre producción de carne y/o leche; sin embargo, debido a su alto costo, sólo se han evaluado algunos

materiales tales como la *B. rugulosa*, *Cynodon nlemfuensis*, *B. humidicola* (CIAT 679, CIAT 6369 y CIAT 6707), *Brachiaria decumbens* (CIAT 606 y CIAT 6132), *B. brizantha* (CIAT 664, CIAT 6298 y CIAT 6780) y *Digitaria swazilandensis*.

El objetivo de este trabajo fue el de conocer aspectos de producción y productividad del pasto Gualaca (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133), que permitan estimar su potencial en términos de carne y algunos aspectos de la pradera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante cuatro años (1990-1994) en la Estación Experimental de Gualaca, ubicado al Oeste de Panamá, a 70 msnm, con precipitación media anual de 4,000 mm y temperatura media anual de 26 °C. El suelo del área se clasificó como arcilloso, esquelético, mezclado, isohipertérmico, oxic humitropets, franco arcilloso, con pH de 4.6, contenido medio de materia orgánica (5.0%), bajo en fósforo (1.0 ug/ml), medio en potasio (50 ug/ml), bajo en calcio (0.09) y en magnesio (0.03 meq/100 ml) y alto en aluminio (1.1 meq/100 ml).

Se utilizó 2.0 ha de pasto Gualaca (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133) divididas en cuatro potreros de 0.5 ha. El pasto se fertilizó con 50-30-20 kg/ha/año de N, P₂O₅, K₂O respectiva-

mente. El nitrógeno se fraccionó en dos aplicaciones; una fracción se aplicó, junto con todo el fósforo y el potasio, al inicio de las lluvias y, el resto, en el mes de noviembre. El manejo del pasto fue rotacional, con 10 días de pastoreo y 30 días de descanso.

La carga animal se mantuvo fija durante la época seca y fue de cuatro animales/ha, mientras que durante la época lluviosa se estableció un rango de carga de 4-6 animales/ha con ajustes por período, de acuerdo a variaciones en la disponibilidad de forraje y a las observaciones de la intensidad de pastoreo. Se utilizaron animales en crecimiento de la raza cebuina de 260-270 kg de peso vivo inicial, los cuales fueron cambiados cada año al inicio de la época seca.

Los animales fueron suplementados con sal mineralizada durante todo el año, sin suplementación adicional durante la época seca. Igualmente, se realizaron desparasitaciones internas y externas, de acuerdo a la necesidad y se tomaron pesos mensuales de los animales con cinco horas de ayuno. Se determinó las ganancias de peso de los animales y se estimó la producción de carne.

En la pradera se determinó el forraje disponible y residual antes y después de cada pastoreo, respectivamente, mediante 10 muestras estimadas visualmente y corregidas a través de una regresión lineal con muestras cortadas

y pesadas a ± 10 cm de altura con un marco de 0.5 m² (Haydock y Shaw, 1975). Con estos promedios, se estimó la tasa de crecimiento y la asignación y utilización del forraje. En el forraje seco se determinó la proteína cruda (PC) (AOAC, 1980) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Moore y Mott, 1974).

Con los datos obtenidos se realizaron pruebas de "t" pareadas para determinar diferencias entre años, para las medias de ganancias de peso, producción de forraje y utilización de la pradera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ganancia de Peso

Las ganancias de peso reflejaron la cantidad y calidad del forraje ofrecido y la habilidad del animal para transformarlo en producto final. Las ganancias diarias de peso (Cuadro 1), a través de los años, para la época lluviosa, fueron altas, especialmente durante el primer año, siendo ésta significativamente diferente ($P < 0.05$) al resto de los años; sin embargo, durante la época seca, las ganancias diarias de peso fueron aceptables para los años uno, tres y cuatro, difiriendo del año dos ($P < 0.05$).

Las ganancias diarias promedio de los cuatro años fueron de 0.549 y

CUADRO 1. GANANCIA DE PESO ESTACIONAL EN PASTO GUALACA (*Brachiaria dictyoneura*) DURANTE CUATRO AÑOS DE PASTOREO.

ÉPOCA	kg/animal/ha				
	AÑO				
	1	2	3	4	X
Lluviosa	0.642 a	0.463 b	0.585 b	0.507 b	0.549
Seca	0.215 a	0.005 b	0.225 a	0.150 a	0.149

Promedio de una misma línea horizontal seguida por la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P > 0.05$).

0.149 kg/animal/día para las épocas lluviosa y seca, respectivamente. Las ganancias de peso obtenidas con *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133, durante la época lluviosa, son mayores a las reportadas por Montenegro y col. (1995) en *Brachiaria humidicola* CIAT 6369, que fue de sólo 0.420 kg/animal/día. Sin embargo, con *B. decumbens* CIAT 606 la ganancia de peso fue superior (0.692 kg/animal/día) (Gómez y col., 1987), atribuyéndose a una mejor calidad de esta pastura.

Es importante señalar, que a nivel nacional, cuando los animales pastorean en praderas naturales (Faragua), durante la época seca, pierden peso, aunque esto no sucedió con este pasto, ya

que se registró ganancias de peso (0.149 kg/animal/día) superior a las que reportan Montenegro y col. (1995) en *B. humidicola* CIAT 6369, de 0.063 kg/animal/día y muy similar en *B. humidicola* CIAT 679 que fue de 0.150 kg/animal/día (Ortega y Urriola, 1988). Las ganancias de peso superiores durante la época lluviosa, se debe a que en la época seca hay una disminución drástica de la cantidad y calidad nutricional del forraje.

Carga Animal

La carga animal (Cuadro 2) que soportó la *B. dictyoneura* CIAT 6133 muestra diferencias ($P < 0.05$) a

CUADRO 2. CARGA ANIMAL ESTACIONAL EN PASTO GUALACA (*Brachiaria dictyoneura*) DURANTE CUATRO AÑOS EN PASTOREO.

ÉPOCA	*UNIDAD ANIMAL/ha				
	AÑO				
	1	2	3	4	X
Lluviosa	4.20 a	3.37 b	3.66 c	3.49 b	3.93
Seca a	2.74 a	2.16 b	2.10 b	1.98 b	2.24

Promedio de una misma línea horizontal seguido por la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P > 0.05$).

*Peso vivo de la unidad animal = 400 kg.

través de los cuatro años de pastoreo, siendo mayores durante el primer año y menores a través del tiempo, debido principalmente a diferencias en los pesos iniciales de los animales cada año. Sin embargo, el promedio de los cuatro años se considera alto: 3.93 y 2.24 UA/ha, para la época lluviosa y seca, respectivamente, cuando a nivel nacional se estima que la carga animal de la pastura es apenas de una unidad animal por hectárea (Dirección de Estadística y Censo, Panamá, 1983). Las *Brachiarias* se han caracterizado

por soportar altas cargas animal por unidad de superficie y esto ha sido demostrado en otros estudios con esta misma gramínea, *B. humidicola* CIAT 6369 y *B. humidicola* CIAT 679, en que han soportado más de 3.5 y 2.0 UA/ha/año en época lluviosa y seca, respectivamente (Pinzón y col., 1995; Avila y Castro, 1998).

Producción de Carne

El Cuadro 3 muestra el potencial del pasto Gualaca en productividad de

CUADRO 3. PRODUCTIVIDAD DE CARNE EN PASTO GUALACA (*Brachiaria dictyoneura*) DURANTE CUATRO AÑOS DE PASTOREO.

Época	Días	Cabezas/ha	kg/an/día	kg/carne/ha
Lluviosa	270	5.0	0.549	741.0
Seca	90	4.0	0.149	54.0
Total Anual				795.0

carne promedio de cuatro años, por época y por año, observándose que la producción de carne fue de 741 y 54 kg/ha para las épocas lluviosa y seca, respectivamente, con un total de 795 kg de carne/ha/año; estos resultados fueron casi similares a los que reportaron Avila y Castro (1998) en *B. humidicola* CIAT 679 y mayores a los reportados por Montenegro y col. (1995) en *B. humidicola* CIAT 6369 (587.0 kg de carne/ha/año) y por el IICA, Colombia (1987) con *B. dictyoneura*, 538 kg de carne/ha/año.

Tomando en cuenta los costos variables (compra de animales, fertilizantes, medicamentos, mano de obra, impuestos, transporte, materiales y suministros, imprevistos y préstamos) y fijos (depreciación de pastura e infraestructura, costo de oportunidad de la tierra y de la administración) se encontró que el costo de producción de un kilogramo de carne en pie en *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 fue de B/.0.66 y una rentabilidad anual de 19 por ciento.

Producción y Utilización de Forraje

La disponibilidad de materia seca (MS) por ciclo de pastoreo fue superior ($P<0.01$), en el primer año, en comparación con el resto de los años siguientes (Cuadro 4); sin embargo, ésta se estabilizó en los años tres y cuatro. Esta caída drástica de la disponibilidad de forraje se debe a que en el primer año de establecida la pastura, por norma general, presenta gran vigor debido al aumento de la disponibilidad de

nutrimentos provocada por la remoción del suelo y que a través de los años se va estabilizando. En términos generales, la disponibilidad promedio de cuatro años (1,984 kg MS/ha/ciclo), es aceptable en la pastura de *B. dictyoneura*, si se considera que en distintas condiciones de clima templado y tropical una disponibilidad adecuada para mantener una producción animal óptima estaría sobre los 1,000 kg MS/ha/pastoreo (Zañartu, 1975).

CUADRO 4. PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE FORRAJE EN PASTO GUALACA (*Brachiaria dictyoneura*) DURANTE CUATRO AÑOS DE PASTOREO.

PARÁMETROS	AÑOS					
	1	2	3	4	X	Pr "t"
Forraje disponible (kg MS/ha/ciclo)	3938a	1950b	1417c	1550c	1984	0.01
Forraje residual (kg MS/ha/ciclo)	871a	405b	382b	539b	549	0.01
Tasa de crecimiento (kg/MS/ha/día)	71.6a	51.5b	34.5c	33.7c	47.8	0.05
Presión de pastoreo (kg MS/100 kg PV)	5.26a	3.89a	2.98b	3.50b	3.90	0.05

Promedio de una misma línea horizontal seguido por la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P>0.05$ y $P>0.01$).

La materia seca residual refleja la habilidad de los animales para consumir el forraje presente. En el Cuadro 4 se presenta el promedio de materia seca residual de cuatro años (549 kg MS/ha/ciclo), observándose también que el forraje residual fue superior en el primer año ($P<0.01$) sobre los siguientes años que duró el experimento. El forraje re-

sidual mostró el mismo patrón que la disponibilidad de forraje.

La tasa de crecimiento fue alta en *B. dictyoneura*, principalmente el primer año, pero con tendencia a disminuir de un año a otro ($P<0.05$), al igual que la disponibilidad de materia seca y el forraje residual. Valo-

res similares de tasa de crecimiento reportan Ortega y Samudio (1979) en *B. rugulosa* y *Cynodon nlemfuensis*, pero con la misma tendencia de reducirse en los subsiguientes años en un 30 por ciento la tasa de crecimiento. Montenegro y col. (1995) reportaron tasas menores en *B. humidicola* CIAT 6369 con 16 kg MS/ha/día.

Por otra parte, la presión de pastoreo también disminuyó significativamente ($P<0.05$) del primer y segundo año (5.26 y 3.89 kg MS/ha/día) en comparación con el tercer y cuarto año (3.50 y 3.90 kg MS/ha/día), respectivamente. Sin embargo, al cabo de los cuatro

años, la presión de pastoreo está dentro del margen de 2.5 kg MS/100 kg de peso vivo, presión que se considera alta y poco tolerada por gramíneas tropicales (Spain y Márquez Pereira, 1987).

Calidad y Composición Química

Los valores de proteína cruda y digestibilidad se presentan en el Cuadro 5 para las fracciones hoja, tallo y forraje total, observándose valores bastante aceptables para ambos componentes, a excepción del forraje total para proteína cruda en la época seca.

CUADRO 5. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA Y DISGESTIBILIDAD *in vitro* EN PASTO GUALACA (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133), BAJO PASTOREO EN GUALACA, PANAMÁ.

ÉPOCA	(%)	HOJA	TALLO	FORRAJE TOTAL
Lluviosa	PC	9.53	7.62	7.8
	DIVMS	56.3	52.3	55.0
Seca	PC	—	—	5.5
	DIVMS	—	—	52.0

Estos valores de proteína cruda para el forraje total de *B. dictyoneura* en época lluviosa, son muy similares a los que reportan Pinzón y Montenegro (1998) en Rambala, Bocas del Toro y superiores en cuanto a digestibilidad *in vitro* de la materia seca que fue de

43% y muy superiores a los que reportan Montenegro y col. (1995) en *B. humidicola* CIAT 6369 en cuanto a proteína cruda (6.2 y 3.9%) para época lluviosa y seca, respectivamente; sin embargo, muy similares en cuanto a digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

CONCLUSIONES

- ❖ Bajo las condiciones en que se realizó el estudio, los resultados indican que el pasto Gualaca (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133) produjo buenas ganancias de peso por animal y una alta capacidad de producción por unidad de área, debido a su alta producción de forraje de aceptable calidad que le permitió soportar cargas altas.
- ❖ Por otra parte, el pasto Gualaca constituye una alternativa para áreas con suelo de baja fertilidad y en donde predomina la ganadería extensiva.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis, 13th ed. Washington, D.C.
- AROSEMENA, E.; TASÓN, L.; FLORES, M. 1995. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras, Sur de Soná, Veraguas, Panamá. En Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. III Reunión de la RIEPT 21-24 de octubre 1985. Vol. II. CIAT. p. 964.
- ÁVILA, M.; CASTRO, L. 1998. Evaluación de *Brachiaria humidicola* CIAT 679 con y sin fertilización nitrogenada y asociada con la leguminosa forrajera *Arachis pintoi* CIAT 18744 en la producción de carne. Gualaca. (Inédito).
- GÓMEZ, J.; ÁVILA, M.; SALDAÑA, C. 1987. Producción de carne en praderas de pasto Señal, *Brachiaria decumbens*, en Panamá. IDIAP. Boletín Técnico N° 17. 10 p.
- HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.M. 1975. Technical Measuring in the pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15: 663-670.
- IICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1987. Pasto Llanero. *Brachiaria dictyoneura* (Fig and De Nof) Stapf. Boletín Técnico N° 151. 12 p.
- MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B.; ARGEL, P. 1995. Evaluación de *Brachiaria humidicola* (CIAT 6369) en producción de carne en Gualaca. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 8: 137-148.

- MOORE, J.E.; MOTT, G.O. 1974. Recovery of residual organic matter from *in vitro* digestion of forages. J. Dairy Science 57: 1258-1259.
- ORTEGA, C.; URRIOLA, D. 1988. Productividad de praderas mixtas en términos de producción de Carne. En Reunión de la Red Internacional de Pastos Tropicales para Centroamérica y el Caribe (RIEPT-CAC). INIFORP-CIAT. Nov. 17-19, 1993. Veracruz, México. pp. 398-408.
- ORTEGA, C.; SAMUDIO, C. 1979. Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá: 1. Producción de materia seca y contenido protéico. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 2: 41-59.
- PANAMÁ. CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. 1983. Situación Económica; Producción Pecuaria. Panamá, Contraloría. 38 p. (Serie 312).
- PINZÓN, B.; MONTENEGRO, R. 1998. Evaluación Agronómica de gramíneas y leguminosas en Ram-bala, Bocas del Toro (En prensa).
- SPAIN, J.M.; PEREIRA, J.M. 1985. Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo: Una propuesta. En Lascano, C. y Pizarro, E.
- Zañartu, R.D. 1975. Presión de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de carne en praderas de pasto Estrella. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 63 p. (Tesis, Mag. Sci.).
- URRIOLA, D.; ORTEGA, C.; ARGEL, P.; GONZÁLEZ, A. 1988. Estudio agronómico de 21 ecotipos de Brachiarias. I. Adaptación y Rendimiento de Forraje. En Reunión de la Red Internacional de Pastos Tropicales para Centro América y el Caribe (RIEPT-CAC), INIFAP-CIAT. Nov. 17-19, 1988. Veracruz, México. pp. 273-280.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA ROCA FOSFORICA DE CAROLINA DEL NORTE EN UN ULTISOL, EN UNA ROTACIÓN ARROZ - FRIJOL.

¹Benjamín Name

RESUMEN

En un suelo típico isohipertérmico plintudult de Panamá se evaluó el efecto de dosis, fuentes y formas de aplicación de la roca fosfórica de Carolina del Norte (RFCN) con el superfosfato triple (SFT) en una rotación arroz-frijol, encontrándose diferencias altamente significativas en las dosis empleadas. Se determinó como posible rango de respuestas para aplicaciones bianuales de RFCN o SFT las dosis entre 88 y 132 kg/ha de P, para el cultivo del arroz. En el caso del frijol, como segundo cultivo, se encontró que dosis mayores de 44 kg/ha de P no incrementan los rendimientos. Para aplicaciones anuales, las dosis óptimas en el cultivo del arroz fueron de 44 kg/ha. El nivel crítico para el arroz variedad P-1048 en estos suelos es del orden de 2.3 ug/ml, mientras que el nivel crítico del frijol vigna RH-209 se encontró cerca de 4.2 ug/ml.

PALABRAS CLAVES: *Oriza sativa*; *Vigna unguiculata*; rotación de cultivos; fosfato mineral; Panamá.

AGRONOMIC EVALUATION OF THE NORTH CAROLINE PHOSPHORIC ROCK IN A ULTISOL, IN A RICE-BEEN ROTATION CROP

In a typic isohyperthermic plintudult soil of Panama was evaluated the effect of doses, source and forms of application of the North Carolina Phosphoric Rock (NCPR) and Triple Super Phosphate (TSP) on a rice-been rotation crop. Highly significant differences were detected on evaluated doses. It was determined as possible response range biannual applications of NCPR or TSP at doses of 88 and 132 kg/ha of P for rice crop. In been as second crop, it was found that doses higher than 44 kg/ha of P do not increase yields. For yearling applications, optimum doses in rice was 44 kg/ha. The critical level of P-1048 rice variety in this soil is 2.3 ug/ml, while in vigna RH-209 been variety was 4.2 ug/ml.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc. Edafología. Investigador. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Central.

INTRODUCCIÓN

Se estima que los suelos ácidos e infértiles de Panamá ocupan una superficie que sobrepasa el 40% del Territorio Nacional (Comisión de Reforma Agraria, 1970). A nivel del trópico latinoamericano, los ultisoles se encuentran en más del 29% de la superficie (320 millones de hectáreas) y se caracterizan por ser deficientes en macro y micro elementos y, algunas veces, por toxicidad de aluminio (Sánchez y Salinas, 1983). Sánchez y Cochrane (1980) estimaron que más del 96% de los suelos ácidos presentan deficiencias en fósforo (P).

Name y colaboradores (1979, 1987) encontraron respuesta al P en los ultisoles de Panamá. Josty, en 1977, determinó que existía una máxima capacidad de absorción por unidad de maíz con el P aplicado al voleo. Otros autores indicaron que en suelo arcilloso no hubo diferencia significativa entre la aplicación de P en banda y al voleo, si se utilizan las mismas cantidades de P en la producción acumulada de 10 cosechas (EMBRAPA, 1981).

Para utilizar los suelos ácidos con las restricciones químicas que presentan, en la agricultura moderna se hace necesario introducir el uso de enmiendas como la cal y fertilizantes fosforados.

La roca fosfórica (RF) es una fuente de fósforo barata, de baja solubilidad en agua, pero soluble en citrato de amonio, ácido cítrico y ácido fórmico.

En Brasil, Smyth y Sánchez (1980a) señalaron que aplicaciones directas de roca fosfórica al suelo (ultisol), bajo ciertas condiciones, es una alternativa para reducir los altos costos por los grandes requerimientos iniciales de fertilizantes fosforados de cosechas anuales en suelos que fijan altas cantidades de fósforo.

En Costa Rica, Ramírez (1980) demostró, en invernadero, la alta efectividad agronómica relativa de varias rocas fosfóricas en suelos ácidos, al comparárlas con el superfosfato triple (TSF). Fenster y León (1978) consideraron que los suelos altamente ácidos y con deficiencias de P, típicos de la mayoría de las tierras que han sufrido procesos de prolongada meteorización, son los más necesitados de enmiendas fosfóricas y los que presentan mejores condiciones para la solubilización de la RF y un buen potencial para su uso agronómico en cultivos perennes.

El presente trabajo tuvo como objetivos: Evaluar en un período corto (dos años) la efectividad de la roca fosfórica de Carolina del Norte como una fuente alterna de fósforo de bajo costo, que permita otra

alternativa en suelos ultisoles. Además, evaluar las diferencias entre métodos de aplicación con las diferentes fuentes utilizadas y su efectividad agronómica en una rotación de cultivos arroz-frijol.

MATERIALES Y METODOS

Localización, Precipitación y Suelo

El área experimental se encuentra localizada en la Estación Experimental de Calabacito, a los 8° 15' de latitud Norte y 81° 5' de longitud Oeste, a 100 msnm, con precipitación y temperatura promedio anual de 2500 mm y 27 °C, respectivamente. El sitio experimental seleccionado no había sido cultivado en los últimos 20 años y predominaba una mezcla de pastos (*Andropogon bicornis* e *Hyparrhenia rufa*).

El suelo es un típico Plinhdult, fino, mezclado, isohipertérmico. Es profundo, ácido, de estructura en bloques subangulares, baja capacidad de intercambio

catiónico (14 cmol(+)/kg promedio del perfil). El contenido de bases cambiables es muy bajo, ya que en el horizonte Ap ocupa sólo el 32% de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), determinada por suma de cationes, mientras que en los horizontes más profundos oscila entre 1 y 6%. El resto de la CIC es ocupada mayormente por la acidez extraíble. En la fracción arcilla domina la caolinita y aparecen en pequeñas cantidades vermiculita, goetita y gibsita. Esto explica la baja CIC del suelo y el estado avanzado de intemperismo que ha sufrido (Cuadro 1).

Diseño de Tratamiento

El experimento constó de 19 tratamientos, utilizándose dos fuentes de P, RFCN (0-30.5-0) y SFT (0-46-0); dos métodos de aplicación, voleo y banda, cuatro dosis de P (0, 44, 88, y 132 kilogramos de P por hectárea) con rotaciones anuales de arroz - vigna (*Oriza sativa* y *Vigna unguiculata*) (Cuadro 2).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DE CALABACITO.

Horiz	Org.	pH		Bases Cambiables							Sat. Base
		NaF	H ₂ O	Ca	Mg	K	Suma De Bases	Acidez	Al	CIC	
	%										
Ap	1.67	4.4	4.8	5.1	0.4	0.2	5.7	12.2	0.8	17.9	32
Bt1	0.96	3.8	4.8	0.8	0.1	-	0.9	14.8	4.4	15.7	6
Bt2	0.63	3.9	5.1	0.2	tr	-	0.2	12.8	4.0	13.0	2
Bt3	0.34	3.9	5.2	0.5	tr	-	0.5	12.1	3.6	12.6	4
Br1	0.24	3.8	5.1	0.1	tr	-	0.1	12.5	4.3	12.6	1
Br2	0.17	3.8	5.1	0.2	tr	-	0.2	13.6	5.3	13.8	1

CUADRO 2. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS, DOSIS, FUENTES Y FORMAS DE APLICACIÓN DE FÓSFORO.

Tratamiento	Fuente de P	Forma de Aplicación	1er año		2do año	
			Arroz kg P/ha	Frijol kg P/ha	Arroz kg P/ha	Frijol kg P/ha
1			0	0	0	0
2	RFCN	voleo	44	0	0	0
3		"	44	0	44	0
4		"	88	0	0	0
5		"	88	0	88	0
6		"	132	0	0	0
7		"	132	0	132	0
8		banda	44	0	44	0
9		"	88	0	88	0
10		"	132	0	132	0
11	SFT	voleo	44	0	0	0
12		"	44	0	44	0
13		"	88	0	0	0
14		"	880	0	88	0
15		"	132	0	0	0
16		"	132	0	132	0
17		banda	44	0	44	0
18		"	88	0	88	0
19		"	132	0	132	0

RFCN = Roca fosfórica de Carolina del Norte

SFT = Super Fosfato Triple

Durante el primer año, los tratamientos se plantean por duplicado para cada dosis y fuente de P aplicado al voleo.

Durante el segundo año, el P se aplica una vez más en la mitad de los tratamientos al voleo y la otra mitad se utiliza para medir el valor residual de las fuentes.

El P en banda se aplicó anualmente, a la primera siembra de la rotación arroz-frijol vigna, como se describe en el cuadro de tratamientos.

Se utilizó un diseño factorial dispuesto en bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Manejo del Ensayo

En la rotación anual, el arroz fue el primer cultivo utilizado. Se sembró a una densidad de 136 kg/ha de la variedad P-1048. Se utilizaron parcelas de 2.5 m de ancho por 5 m de largo (12.5 m²).

Para el arroz se utilizaron 16 surcos de 5 m de largo con una separación entre surcos de 30 cm. Para el frijol vigna, se sembraron 10 surcos de 5 m de largo separados 50 cm entre surcos, con una densidad de siembra de 240,000 plantas por hectárea.

En el caso del arroz, se cosecharon 14 surcos centrales, eliminando 50 cm a cada lado de los surcos, para un área útil de 6 m². Para el frijol, se cosecha-

ron los surcos centrales dejando un área útil de 7.5 m².

El cultivo del arroz se fertilizó con 120 kg N/ha utilizando como fuente urea (46% N), con aplicaciones, 1/3 al momento de la siembra, 1/3 al inicio de la macolla (20 - 25 días después de germinado) y 1/3 al inicio de la floración.

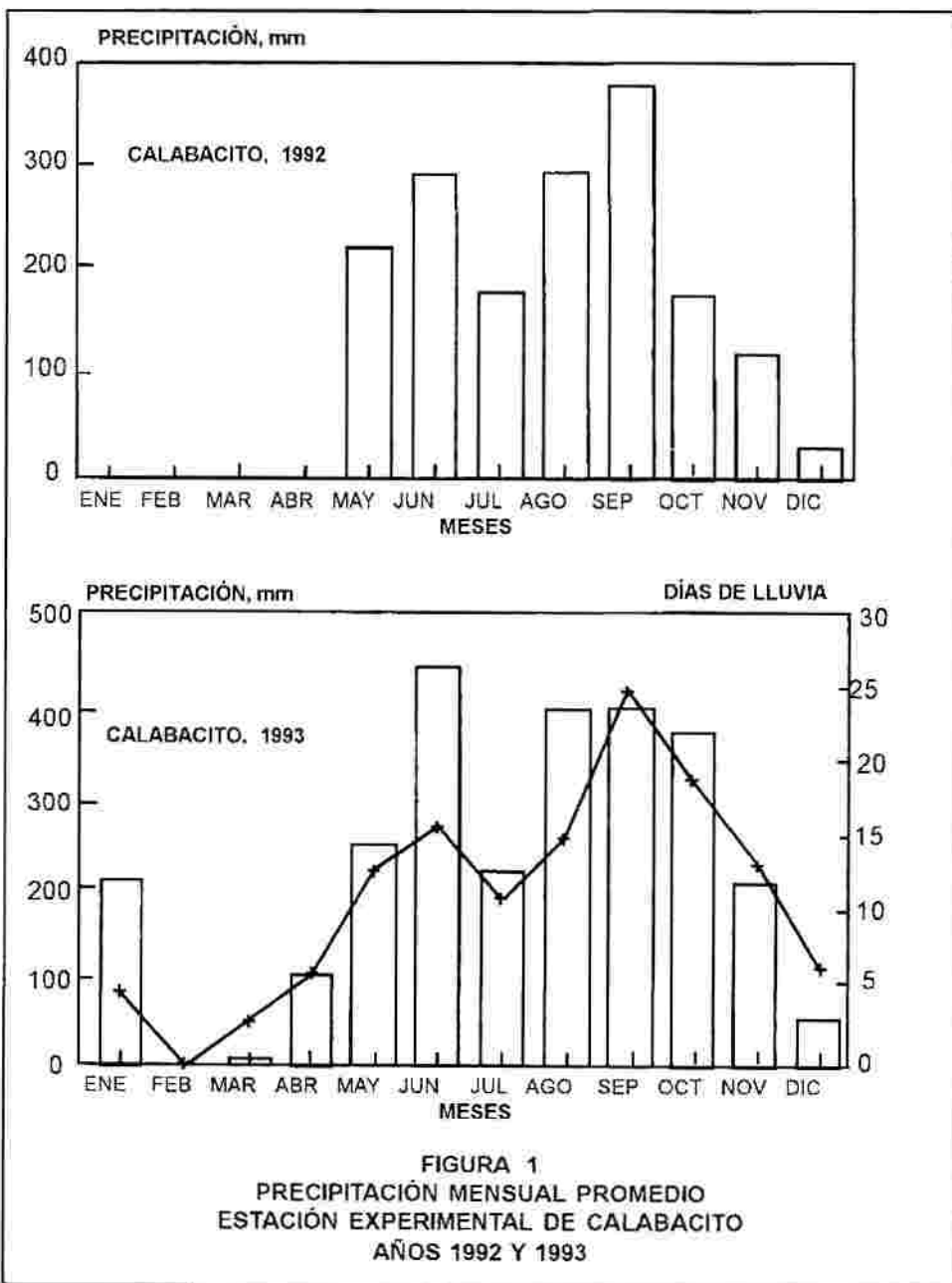
Igualmente, se aplicó al momento de la siembra, 42 kg/ha de potasio (K). Como fuente de K se utilizó el sulfato de potasio y magnesio (KMgSO₄) y cloruro de potasio (KCl). De esta manera, se satisface el requerimiento de K, Mg y S. Al momento de la primera siembra también se aplicó 8 kg/ha de Zn, como óxido de zinc; 20 kg/ha de S, como sulfato de K y Mg; Mo a razón de 100 g/ha como molibdato de amonio y 6 kg/ha de Boro como bórax.

El frijol vigna se fertilizó con 20 kg/ha de N aplicado a la siembra exclusivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precipitación

Durante todo el ciclo de los dos cultivos de arroz se presentó buena humedad en el suelo. La Figura 1 muestra la distribución mensual en la cual se observan precipitaciones mensuales mayores de 150 mm entre los meses de



mayo y noviembre para los años 1992 y 1993, época en que se ubicó el cultivo del arroz y que coincidió con parte del ciclo del cultivo del frijol.

Rendimiento

El análisis de los datos de 1992 para rendimiento de grano del primer cultivo

de arroz indica que no existen diferencias significativas entre las fuentes de P usadas (RFCN y SFT), ni entre los métodos de aplicación, banda versus voleo. Sin embargo, el rendimiento de grano de arroz y biomasa se incrementa significativamente con el uso de P, aumentando de 4.0 t/ha y 9.1 t/ha, sin fertilizar, a 6.2 t/ha y 12.4 t/ha utilizando 44 kg de P/ha (Cuadro 3).

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE GRANO Y BIOMASA DE ARROZ. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA RFCN EN UN SUELO TÍPICO ISOHIPERTÉRMICO PLINTUDULT EN CALABACITO, PANAMÁ, 1992.

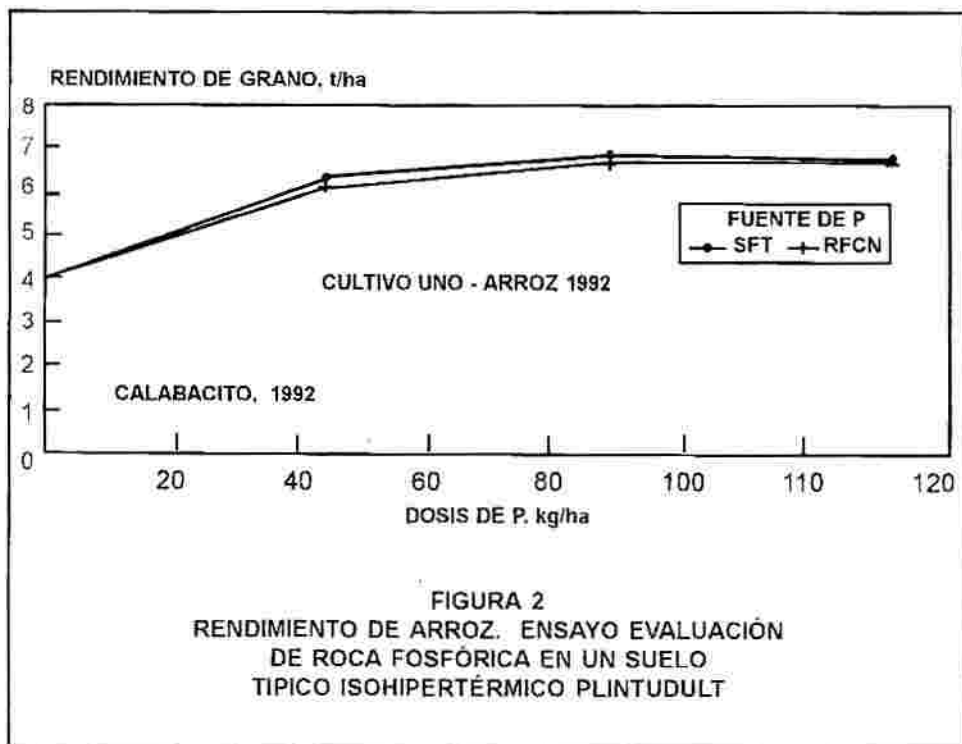
MÉTODO DE APLICACIÓN					
Fuente de P	VOLEO			BANDA	
	Dosis ¹⁾	Grano	Biomasa	Grano	Biomasa
	kg/ha	t/ha			
TSP	0	4.0 b ¹⁾	9.1 b	4.0 b	9.1 b
	44	6.3 a	12.8 a	6.3 a	11.8 a
	88	6.8 a	13.2 a	6.4 a	12.4 a
	132	6.5 a	13.5 a	6.8 a	13.5 a
	Media	5.9	12.2	6.8	11.7
RFCN	0	4.0 b	9.1 b	4.0 b	9.1 b
	44	6.1 a	11.9 a	6.1 a	9.9 a
	88	6.7 a	13.7 a	6.9 a	12.2 a
	132	6.7 a	13.5 a	5.9 a	10.7 a
	Media	5.9	12.1	5.7	10.6
Medias aplicación		Medias de dosis			
	0	4.0b	9.1b	4.0 b	9.1 b
	44	6.2a	12.4a	6.2a	10.9 a
	88	6.8a	13.4a	6.7a	12.3 a
	132	6.6a	13.5a	6.4 a	12.1 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente.

La misma tendencia se observó con cualesquiera de las fuentes usadas o el método de aplicación empleado. La respuesta a la aplicación de P parece

seguir un modelo cuadrático como lo sugiere la Figura 2. Estos rendimientos son altos, inclusive para el testigo, por lo que se deduce que la precipitación y distribución de la lluvia durante el ciclo del cultivo fue adecuado (Figura 1).

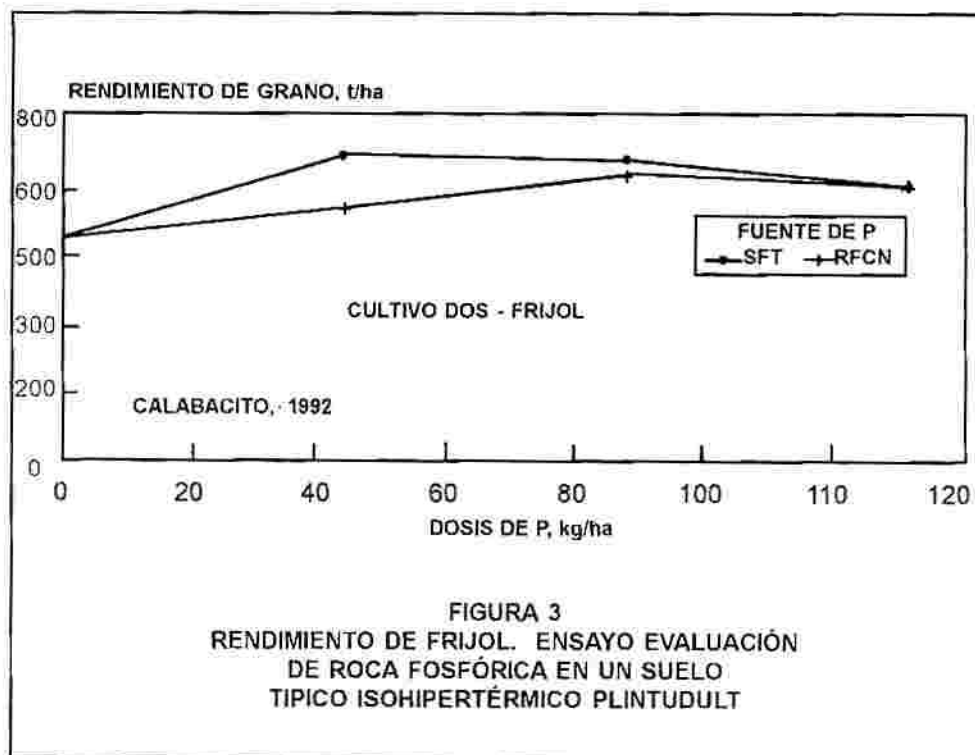
Los resultados de rendimiento de grano y biomasa del segundo cultivo, frijol Vigna, indican los mismos resultados del primer cultivo de arroz. No hubo diferencias significativas entre fuentes de P y método de aplicación, aunque el efecto del P aplicado al primer cultivo de arroz fue altamente significativo. Las dosis de 44 y 88 kg P/ha mostraron los rendimientos más altos, 0.40 y 0.43 t/ha, respectivamente (Cuadro 4, Figura 3). Los rendimientos fueron relativamente bajos, debido a la poca precipitación observada



CUADRO 4. RENDIMIENTO DE GRANO Y BIOMASA DE VIGNA DE ACUERDO A MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FÓSFORO EN UN SUELO TÍPICO ISOHIPERTÉRMIICO PLINTUDULT EN CALABACITO, PANAMA. 1992 - 1993.

MÉTODO DE APLICACIÓN					
VOLEO			BANDA		
Fuente P	Dosis P	Grano	Biomasa	Grano	Biomasa
kg/ha		t/ha			
TSP	0	0.39 b	2.8	0.33	2.8
	44	0.44 a	3.2	0.37	2.8
	88	0.44 a	2.7	0.39	3.3
	132	0.39 b	2.8	0.31	2.8
	Media	0.40	2.9	0.35	2.9
RFCN	0	0.33 b	2.8	0.33	2.8
	44	0.36 a	2.6	0.39	2.8
	88	0.41 a	3.4	0.45	3.5
	132	0.39 a	2.9	0.26	2.1
	Media	0.33	2.9	0.36	2.8
Medias aplicación		Medias de dosis			
	0	0.33 b	2.8	0.33 b	2.8
	44	0.40 a	2.9	0.39 a	2.8
	88	0.43 a	3.0	0.38 a	3.4
	132	0.39 a	2.9	0.30 b	2.4

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente



durante el ciclo del cultivo (octubre a enero).

Los resultados del tercer cultivo de arroz (junio - octubre de 1993) y del cuarto cultivo de vigna (octubre 1993 - enero 1994) se presentan en el Cuadro 5 y la Figura 4. No se encontró diferencia significativa ni para fuentes de P (RFCN vs SFT), ni entre los métodos de aplicación, sobre el rendi-

miento de grano del arroz y vigna (Cuadros 5 y 6).

Para ambos cultivos, el efecto de dosis fue altamente significativo, al comparar el testigo con los tratamientos en que se aplicó P anualmente. Los mayores rendimientos para el cultivo de arroz se alcanzaron con las dosis de 44 y 88 kg de P/ha/año (Cuadro 5 y Figura 5), 6.71 y

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE GRANO DE ARROZ Y VIGNA EN 1993 PARA EL ENSAYO EN ARREGLO FACTORIAL DE FUENTES, DOSIS Y MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FÓSFORO. CALABACITO, PANAMÁ.

P aplicado kg/ha	Método	Fuente P	Rendimiento t/ha	
			Arroz	Vigna
0	-	-	3.96	0.71
44-1 A	Voleo	RFCN	3.79	0.69
44-2 A			6.52	1.18
88-1 A			5.81	1.10
88-2 A			6.24	1.21
132-1 A			6.30	1.18
132-2 A			6.08	1.37
Media			5.53	5.01
44-2 A	Banda	RFCN	6.26	1.02
88-2 A			6.91	1.14
132-2 A			5.88	0.92
Media			6.35	1.02
44-1 A	Voleo	TSP	4.61	0.82
44-2 A			7.65	1.34
88-1 A			5.33	1.06
88-2 A			6.72	1.14
132-1 A			5.96	1.02
132-2 A			6.55	1.49
Media			6.14	1.14
44-2 A	Banda	TSP	6.40	0.91
88-2 A			7.30	1.37
132-2 A			6.67	1.18
Media			6.79	1.15
Medias de Dosis				
0			3.96	0.71
44-1 A			4.20	0.71
44-2 A			6.71	1.10
88-1 A			5.57	1.08
88-2 A			6.79	1.21
132-1 A			6.14	1.09
132-2 A			6.30	1.24

1A = Una aplicación de P al momento de la siembra del primer cultivo de arroz en junio de 1992.
 2A = Dos aplicaciones de P, una a la siembra del primer cultivo de arroz en 1992 y la otra en la siembra de 1993.

6.79 t/ha, respectivamente contra 3.96 t/ha del testigo, sin aplicación de P (media de dosis). Para el frijol vigna, se obtuvo 1.10 y 1.21 t/ha con 44 y 88 kg P/ha vs 0.71 t/ha del testigo sin aplicación de P.

Los contrastes ortogonales para comparar si hay efecto residual con respecto al número de aplicación de P al voleo se presentan en el Cuadro 6.

Para el caso del arroz, al evaluar el rendimiento de grano del ciclo de 1993, comparando el efecto residual de la aplicación de 44 kg de P/ha como roca fosfórica (RFCN), aplicado al primer cultivo de arroz en 1992, contra dos aplicaciones (P al voleo 1992 y 1993), los efectos fueron altamente significativos al 1% de probabilidad. Los rendimientos de una sola aplicación fueron similares al testigo, 3.79 t/ha contra 6.52 t/ha, o sea, 72 % más alto al aplicar, cada año, al cultivo de arroz, 44 kg de P/ha. El mismo efecto se encontró al comparar la dosis de 88.0 kg de P/ha aplicada una vez versus dos aplicaciones. Sin embargo, el incremento en rendimiento, aunque significativo, fue de 7% solamente.

Estos resultados indican que un posible rango de respuesta al hacer una sola aplicación bianual de RFCN para el cultivo del arroz puede estar entre 88 y 132 kg de P/ha. Para el cultivo de vigna, sólo se detectó diferencias significati-

vas entre aplicar una versus dos veces la dosis de 44 kg/ha, incrementando los rendimientos de vigna en un 71%, con respecto a usar una sola aplicación. Estos resultados sugieren que dosis mayores de 88 kg/ha aplicados al voleo, no incrementan los rendimientos de vigna como segundo cultivo después de la siembra de arroz. La misma tendencia y el mismo efecto significativo fue encontrado al analizar el efecto del SFT aplicado al voleo.

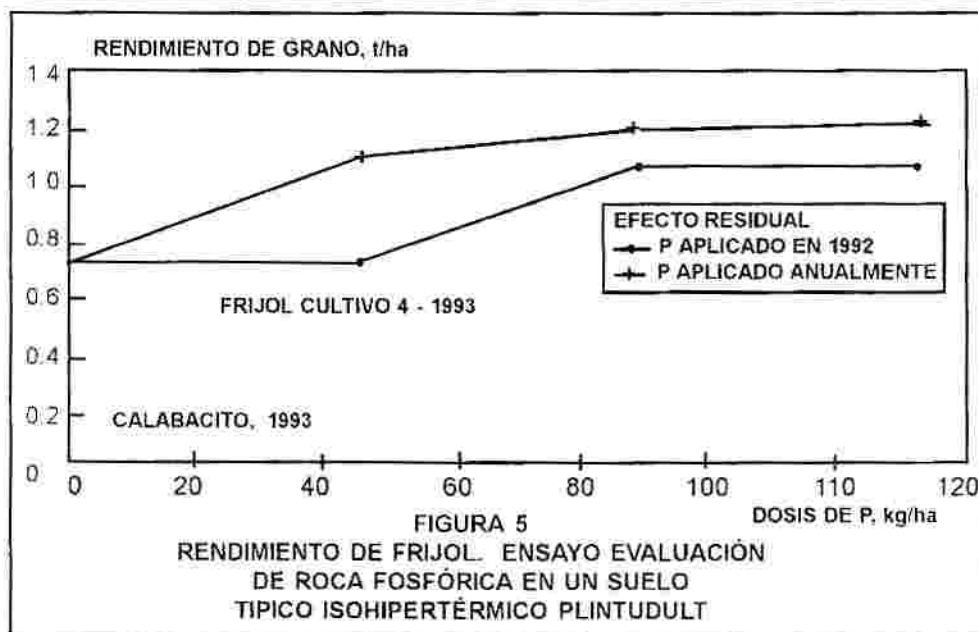
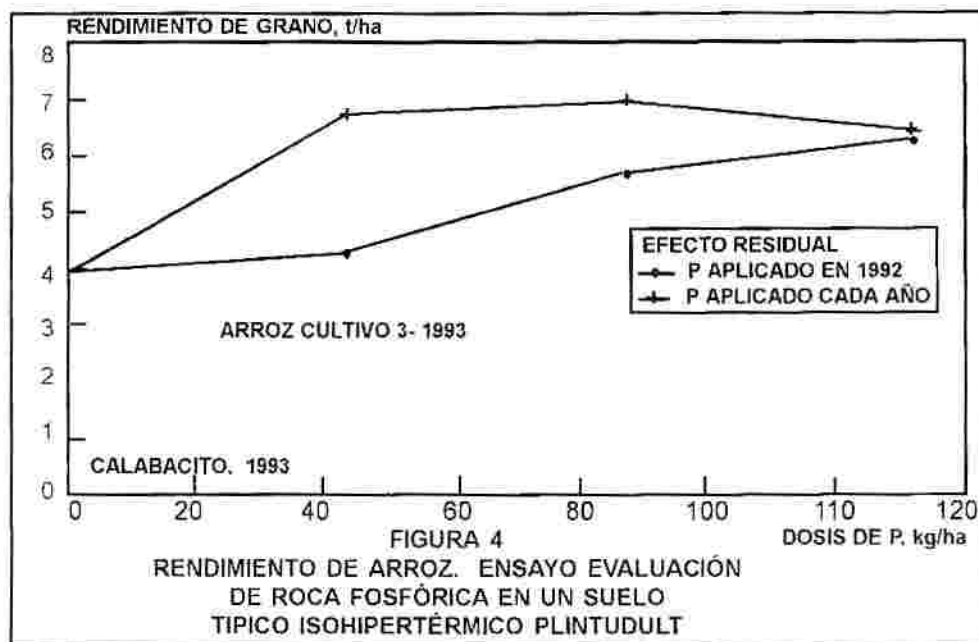
Niveles Críticos y Análisis de Suelo

Se obtuvieron los rendimientos relativos del arroz y frijol del ciclo 1993-1994 y el análisis de suelo para P por Melich 1 de las muestras de suelo a cosecha, para cada parcela, incluyendo todas las variables consideradas en el estudio (fuentes, dosis, método de aplicación) (Cuadro 7).

Se determinó que el nivel crítico de P para el cultivo de arroz variedad P-1048 se encontraba en 2.3 ug/kg (Figura 6) corroborando el nivel obtenido en 1992 que fue de 2.3 mg/kg. Para el frijol, el nivel crítico determinado fue de 4.2 mg/kg para lograr el 80% del rendimiento máximo (Figura 7).

Análisis económico

El análisis económico realizado por optimización de derivadas parciales del



CUADRO 6. VALORES DE F PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN ARROZ Y VIGNA. CALABACITO, 1993.

ANOVA	VALORES DE F	
FUENTE DE VARIACIÓN	ARROZ	VIGNA
Fuente de fósforo (F)	3.10 ns	1.30 ns
Método de aplicación (M)	0.05 ns	6.48 ns
Dosis de fósforo 0 Vs aplicación de P	25.74*	8.98 **
Contrastes Roca Fosfórica al Voleo Efecto Residual		
44 (una aplicación) Vs 44 (dos aplicaciones)	39.83*	17.06**
88 (una aplicación) Vs 88 (dos aplicaciones)	3.93**	0.52 ns
132 (una aplicación) Vs 132 (dos aplicaciones)	1.16 ns	0.12 ns
Superfosfato Triple al Voleo Efecto Residual		
44 (una aplicación) Vs 44 (dos aplicaciones)	22.13*	7.64*
88 (una aplicación) Vs 88 (dos aplicaciones)	4.59**	0.20 ns
132 (una aplicación) Vs 132 (dos aplicaciones)	0.84 ns	6.13*

* Significativo al 1% de probabilidad; ** Significativo al 5% de probabilidad;
ns = No significativo

modelo cuadrático presentó como el óptimo físico la dosis de 45.88 kg/ha según la siguiente ecuación:

$$Y = 4118.19 + 35.9269P - 0.3915P^2$$

$$dY/dP = 0 + 35.9269 - 2(0.3915)P = 0$$

$$P = 35.9269 / 2(0.3915)$$

$$P = 45.88 \text{ kg/ha}$$

El óptimo económico se determinó con el mismo método utilizando el precio de venta del arroz en

CUADRO 7. RENDIMIENTO RELATIVO Y ANÁLISIS DE SUELO PARA EL ARROZ Y FRIJOL EN 1993. ENSAYO DE ARREGLO FACTORIAL DE FUENTES, DOSIS, MÉTODOS DE APLICACIÓN DE P. CALABACITO, PANAMÁ.

P aplicado	Método	Fuente	Rendimiento relativo %		Análisis de P ug/ml
			Arroz	Frijol	
0	Voleo	RFCN	52	48	1.8
44-1 A			50	40	1.8
44-2 A			85	79	3.9
88-1 A			73	72	1.9
88-2 A			82	81	18.4
132-1 A			82	78	3.2
132-2 A			80	92	42.9
	Banda	RFCN			
44-2 A			82	68	3.9
88-2 A			90	77	36.4
132-2 A			77	62	20.6
	Voleo	SFT			
44-1 A			60	55	1.7
44-2 A			100	90	3.4
88-1 A			70	71	1.9
88-2 A			88	77	8.6
132-1 A			78	68	2.8
132-2 A			86	100	23.9
			Banda		
44-2 A	84	61			2.1
88-2 A	95	92			2.9
132-2 A			87	79	15.6

1A = Una aplicación de P al momento de la siembra del primer cultivo de arroz en junio de 1992.

2A = Dos aplicaciones de P, una a la siembra del primer cultivo de arroz y la otra en la siembra de 1993.

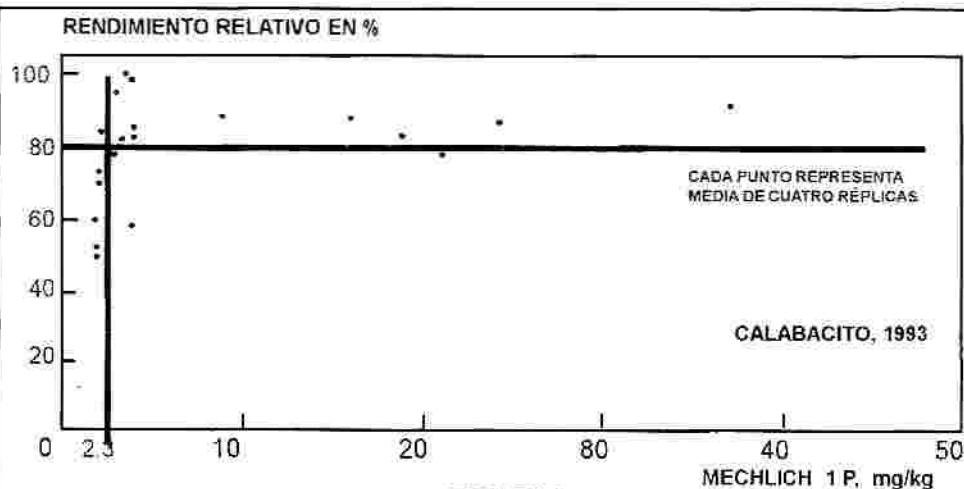


FIGURA 6
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO
RELATIVO DEL ARROZ Y EL ANÁLISIS DE P POR
MEHLICH 1.

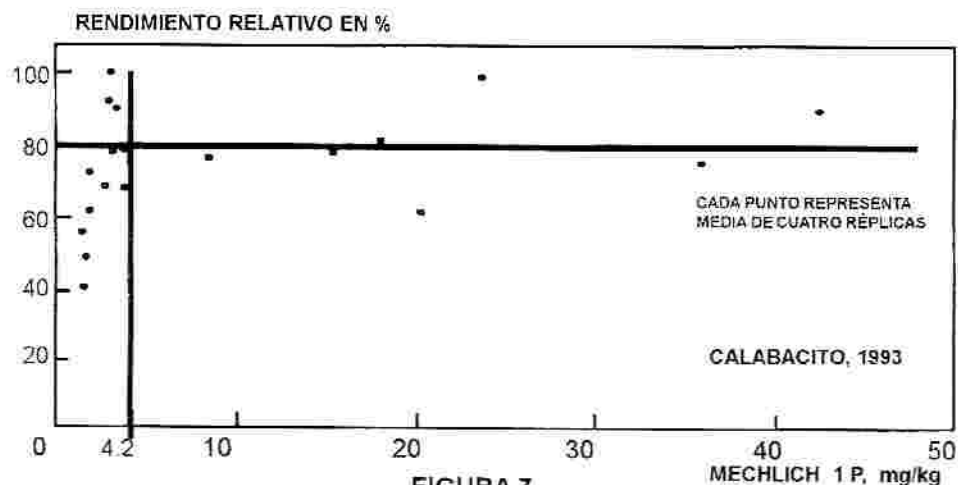


FIGURA 7
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO
RELATIVO DE FRIJOL Y EL ANÁLISIS DE P POR
MEHLICH 1.

B/. 0.275 por kilogramo y de B/. 0.619 por kilogramo de P aplicado, y se encontró en 43 kg de P por hectárea. Para esto se utilizó la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} dY/dP &= \text{Precio P/Precio de arroz} \\ &= 0.619/0.275 = 2.2509 \\ 2.2509 &= 35.9269 - 2(0.3915)P \\ 33.676 &= 0.783P \end{aligned}$$

$$P = 33.676/0.783 = 43 \text{ kg/ha}$$

(Dosis óptima económica)

CONCLUSIONES

- ◆ No se encontró diferencias en el rendimiento entre las fuentes de P utilizadas, SFT y RFCN.
- ◆ No se encontró diferencias en los métodos de aplicación voleo vs banda.
- ◆ Hubo efecto significativo de las dosis en el rendimiento para los cultivos, en los dos años del ensayo.
- ◆ Para el arroz, al comparar los contrastes ortogonales, para determinar el efecto residual de las aplicaciones anuales, se encontró que sólo a partir de 132 kg/ha de P no se detectó diferencias significativas, indicando que un posible rango de respuestas para la RFCN debe estar entre 88 y 132 kg/ha de P para una sola aplicación bianual.

◆ Con las aplicaciones anuales de 46 kg de P/ha se logró el rendimiento óptimo físico y con 43 kilogramos, el rendimiento óptimo económico en el cultivo del arroz.

◆ Las características ortogonales, en el caso de Vigna, son significativos solamente al comparar una aplicación vs dos aplicaciones de 44 kg de P/ha, sugiriendo que dosis mayores no incrementan los rendimientos del frijol como segundo cultivo, por lo que tienen efecto residual las dosis mayores.

BIBLIOGRAFÍA

- BRENES, L. E. 1992. Solubilización inicial de la Roca Fosfórica en ultisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* (1): 1-11
- COMISIÓN DE REFORMA AGRARIA. 1970. Informe de Catastro Rural de Tierras y Aguas de Panamá. Panamá. Vol. I, II y III. 300 p.
- FENSTER, W.; LEÓN, L. 1978. Utilization of phosphate rock in tropical soils of Latin America. *In* Seminar on Phosphate Rock for Direct Application. Haifa, Israel, IFDC, March 20 - 23, 1978. pp. 174-211.
- LÓPEZ, I. DE R.; NIEVES, L. 1993. Efecto de los niveles de fósforo y calcio disponibles, capacidad

- de adsorción de fósforo y pH del suelo sobre la reactividad de la Roca Fosfórica en cinco suelos ácidos de Venezuela. *Agronomía Tropical* 43 (1-2): 59-75.
- NAME, B.; BATISTA, D. 1979. Encañado en suelos ácidos de Panamá con alto contenido de aluminio intercambiable. Finca Experimental de Calabacito. *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) 2:
- NAME, B.; CORDERO, A.; BERNAL, J. 1987. Alternativas para uso y manejo de suelos ácidos en Panamá. Compendio de los Resultados de Investigaciones presentados en la Jornada Científica, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Región Central. 23 p.
- RAMÍREZ, G. 1980. Uso de rocas fosfóricas como fuente de fósforo en algunos suelos ácidos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 4(1): 33-39.
- ROBINSON, J.S.; SYERS, J.K.; BOLAN, N.S. 1992. Importance of proton supply and calcium-sink size in the dissolution of phosphate rock materials of different reactivity in soil. *Journal of Soil Science* 43: 447-459.
- SÁNCHEZ, P.A.; COCHRANE, T.T. 1980. *En: Priorities for alleviating Soil-related constraints to Food Production in the Tropics*. IRRI, Los Baños, Philippines. pp. 107-140.
- SÁNCHEZ, P.A.; SALINAS, J. G. 1983. Suelos ácidos, estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. (Ed.) Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. 93 p.
- SMYTH, T.J.; SÁNCHEZ, P.A. 1980a. *Soil Science Society American Journal* 44: 500-505.
- SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. 1990. Phosphorus management for continuous Corn - Cowpea production in a Brazilian Amazon Oxisol. *Agronomy Journal* 82: 305-309.
- SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. 1990. Critical Phosphorus levels in an Amazon oxisol. *Agronomy Journal* 82: 309-312.
- YOST, R.S. 1977. Effect of rate and placement on availability and residual value of P in an oxisol of Central Brazil. Ph.D. Dis. N.C. State University.

YOST, R. S.; KAMPRATH, E. J.;
NADERMAN, G. C.; LOBATO,
D.E. 1981. Residual effects of
phosphorus applications on a
high phosphorus adsorbing
oxisol of Central Brazil. Soil Sci.
Soc. Am. J. 45: 540-543.

WAUGH, D.L.; CATE, B.R.; NELSON,
A.L. 1973. Modelos discontinuos
para una rápida correlación, in-
terpretación, y utilización de los
datos de análisis de suelos y las
respuestas a los fertilizantes.
North Carolina State University.

FRACCIONES DE FÓSFORO ÓRGANICO EN SUELOS DE PANAMÁ

José E. Villarreal¹; Santander Jaramillo²; Benjamín Name³

RESUMEN

Con el propósito de determinar la biodisponibilidad de las fracciones de fósforo orgánico presente en suelos de diferentes clases taxonómicas, se realizó un estudio en muestras de suelos que representan áreas de importancia agrícola en Panamá. Se utilizaron 10 suelos pertenecientes a las órdenes: Ultisoles, Mollisoles, Inceptisoles, Alfisoles y Andisoles. Se realizó extracción secuencial con NaHCO_3 0.5 M, H_2SO_4 1.0 M y NaOH 0.5 M para obtener fracciones de fósforo orgánico lábil, moderadamente lábil y moderadamente resistente, respectivamente. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del IDIAP en Divisa, utilizando un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. El contenido de fósforo orgánico total extraído fue muy variado, con un promedio de 37.3 mg/kg en los 10 suelos estudiados. Sin embargo, en suelos con mayor grado de intemperismo la fracción de fósforo orgánico lábil fue la más importante, demostrando que en éstos la fracción orgánica representa una reserva importante de nutrimentos que contribuye al aumento de su fertilidad. Se observó correlación positiva y significativa entre las fracciones de fósforo orgánico total y fósforo total (0.70); fósforo orgánico lábil y fósforo lábil total (0.53); carbono orgánico y fósforo orgánico lábil (0.40). Se recomienda realizar ensayos de campo para verificar el comportamiento del fósforo orgánico a mediano y largo plazo y el efecto del manejo sobre sus transformaciones.

PALABRAS CLAVES: Suelo y fertilizantes; fósforo; tipos de suelos.

ORGANIC PHOSPHORUS FRACTIONS IN SOILS OF PANAMA

With the purpose of determining the bioavailability of the organic phosphorus fractions present in different taxonomic classes, it was carried out a study in soil samples which represent important agricultural areas of Panama. It was used 10 soils belonging to ultisols, mollisols, inceptisol, alfisols and andisols order. It was carried out sequential extractions

¹ Licdo. en Química, M.Sc. Ciencias del Suelo. Investigador, IDIAP, CIAC.

² Ing. Agrónomo, M.Sc. Edafología. Investigador, IDIAP, CIAC. (+q.e.p.d).

³ Ing. Agrónomo, M.Sc. Edafología. Investigador, IDIAP, CIAC.

with NaHCO_3 0.5 M; H_2SO_4 1.0 M and NaOH 0.5 M to obtain organic phosphorus fractions such as "labil", moderate "labil" and moderate resistance, respectively. The analysis was conducted at IDIAP Soil Laboratory in Divisa. A completely randomized block design with four repetitions was utilized. The extracted organic phosphorus content was very variable with an average of 37.3 mg/kg of the 10 soils. However in soils with high degree of intemperism, the organic phosphorus fraction "labil" was the most important, showing that in these soils organic fraction represents the most important nutrient reserve that contribute to increase its fertility. It was observe positive correlation and significant among total organic phosphorus fractions and total phosphorus (0.70); "labil" organic phosphorus and "labil" total phosphorus (0.53); organic carbon and "labil" organic phosphorous (0.40). It was recommended carry out field trials to verify the organic phosphorous performance at medium and long term and the effect of handling on its transformations.

INTRODUCCIÓN

A pesar de la importancia del fósforo (P) unido a componentes orgánicos, existen pocos trabajos que se dediquen al estudio de esta fracción en suelos de América Latina (Bornemisza e Igue, 1967; Condrón, 1990; Guerra, 1996).

En suelos altamente intemperizados como los ultisoles, que representan alrededor del 40% del total de los suelos del territorio de la República de Panamá (Comisión de Reforma Agraria, 1979) la función del fósforo orgánico (Po) en la nutrición de las plantas es de particular importancia.

De acuerdo con Bowman y Cole (1978b), el Po constituye una reserva que es utilizada de acuerdo con el equilibrio del elemento en el suelo. Según Guerra y col. (1996), la disponibilidad biológica del elemento sería controlada no únicamente por el equilibrio entre fósforo inorgánico (Pi) - solución

- fase sólida del suelo, sino también por los factores que afectan el equilibrio entre Po - solución - fase sólida del suelo.

Los métodos utilizados para la determinación del Po son de dos tipos: a) extracción por vía húmeda (química) y b) por vía seca (ignición). El método de ignición se fundamenta en la descomposición del Po a 550 °C; sin embargo, a pesar de su sencillez, pueden ocurrir pérdidas de Po por volatilización (Tiessen, 1989). Las técnicas analíticas de extracción por vía húmeda comprenden el tratamiento del suelo con ácidos y bases fuertes; de esta forma, el efecto de hidrólisis causado por las soluciones alcalinas puede llevar a una superestimación de los contenidos de Po (Tiessen y col., 1984).

El método de Mehta y col. (1954) es el más utilizado, aunque sólo permite estimar el contenido de Po total. Bowman y Cole (1978a,b) desarrollaron un mé-

todo de extracción que permite determinar las diferentes fracciones de Po, las cuales se supone, permitiría definir las formas de equilibrio del P del suelo en un sistema agrícola.

Por medio de esta metodología, es posible definir el siguiente esquema de fraccionamiento:

- ❖ Po lábil o disponible para las plantas, extraído con NaHCO_3 0.5 M
- ❖ Po moderadamente lábil, extraído con H_2SO_4 1.0 M
- ❖ Po moderadamente resistente unido a los ácidos húmicos, extraído con NaOH 0.5 M

Se han realizado diversos trabajos para estudiar la cantidad y la naturaleza del Po (Guerra, 1993; Henríquez y col., 1992; Condrón y col., 1990; Dalal, 1977; Boenemisza y Igue, 1967). A pesar de ello, su papel en el suelo generalmente es subestimado, debido a que la mayor parte del P total en los suelos frecuentemente cultivados, se encuentra en forma inorgánica.

Según Thien y Myers (1992) esto se debe, probablemente, a que el cultivo incrementa la aireación y humedad del suelo, aumentando la actividad microbiana y consecuentemente, la descomposición de la materia orgánica. Estos mismos autores, constataron que la disminución en el contenido de Po, como resultado de cultivos sucesivos,

se debió principalmente a la reducción del nivel de fosfato-inositol, que es la forma más importante de Po en el suelo.

Debido a la escasa información sobre el Po que existe en los suelos de Panamá, se realizó este estudio bajo condiciones de laboratorio para determinar la biodisponibilidad de las fracciones de Po presentes en suelos de diferentes clases taxonómicas que representan áreas de importancia agrícola en Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Cuadro 1 se presenta la localización, orden, suborden y textura de los 10 suelos utilizados en el estudio, los cuales representan áreas de importancia agrícola en la República de Panamá. De acuerdo con el sistema de clasificación Soil Survey Staff (1990) pertenecen a los órdenes más comunes en el país: Ultisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Mollisoles y Andisoles.

Las muestras fueron colectadas de los primeros 20 cm de la superficie (horizonte Ap).

Las muestras fueron secadas al aire, trituradas, homogeneizadas y cernidas utilizando un tamiz con una malla de 2 mm de abertura. El análisis químico de los suelos se realizó siguiendo la

CUADRO 1. LOCALIZACIÓN, ORDEN, SUBORDEN Y TEXTURA DE 10 SUELOS DE PANAMÁ.

Localización	Orden	Suborden	Textura (%)			
			Arena	Limo	Arcilla	Clase
Sajalices, Chorrera	Inceptisol 1	Tropepts	52	30	18	FA
Quirá, Barú	Inceptisol 2	Aquepts	44	48	8	F
Santa Fé, Darién	Inceptisol 3	Tropepts	32	36	32	FARC
El Coco, Penonomé	Alfisol 1	Aquepts	66	16	18	FA
Cocobola, Las Tablas	Alfisol 2	Ustalfs	30	24	46	FARC
Calabacito, Santiago	Ultisol 1	Udults	38	10	52	ARC
Los Carates, Ocú	Ultisol 2	Ustults	50	34	16	F
Alanje, Chiriquí	Andisol 1	Andepts	64	32	4	FA
Boquete, Chiriquí	Andisol 2	Andepts	78	14	8	AF
Chichebre, Chepo	Mollisol	Udolls	46	24	30	FARA

*FA= Franco Arenoso; F= Franco; FARC= Franco Arcilloso; ARC= Arcilloso; AF= Arenoso Franco; FARA= Franco Arcilloso Arenoso

metodología propuesta por Díaz-Romeu y Hunter (1978). Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Extracción y Determinación del Fósforo Orgánico

La metodología utilizada fue de fraccionamiento del Po propuesta por Bowman y Cole (1978 a, b) que consiste en la extracción secuencial de la muestra de suelo con NaHCO_3 0.5 M; H_2SO_4 1.0 M y NaOH 0.5 M, obteniéndose en cada extracto las fracciones de Po lábil, moderadamente lábil y moderadamente resistente con cada solución extractora, respectivamente.

Las extracciones fueron realizadas siguiendo los pasos presentados en la Figura 1. El Po fue cuantificado indi-

rectamente substrayendo el Pi del P total (Pt), así: $P_o = P_t - P_i$.

Para el desarrollo del color en el extracto se utilizó la metodología propuesta por Díaz-Romeu y Hunter (1978), determinando el contenido de P por espectrofotometría en una longitud de onda de 680 nm.

El fósforo inorgánico fue determinado directamente de la solución en cada etapa de la extracción, mientras que el fósforo total de cada fracción se determinó luego de digerir una alícuota del extracto con una mezcla de ácido perclórico, nitrato de magnesio y ácido sulfúrico. Para la determinación del Pt a partir del extracto digerido, se neutralizó el exceso de ácido con NaOH 0.5 M, utilizando p-nitrofenol como indica-

CUADRO 2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS SUELOS ESTUDIADOS.

Suelo	P	K	Ca	Mg	Al	C.org.	mg/kg				Zn	pH
	—mg/kg—	—	—cmol/kg—	—	—	— % —	Fe	Cu	Mn			
Inceptisol 1	5.5	3.6	11.2	2.4	1.2	1.8	5.7	0.2	10.9		Tr	5.2
Inceptisol 2	120.0	9.3	2.7	0.7	1.2	3.1	242.0	13.0	27.0		0.2	5.7
Inceptisol 3	12.0	2.6	2.2	0.9	1.8	1.6	67.0	10.0	148.0		2.0	6.0
Alfisol 1	17.0	2.6	0.6	0.2	0.5	1.3	84.0	1.0	89.0		Tr	5.4
Alfisol 2	8.7	6.3	11.8	1.7	0.2	1.7	3.7	1.1	7.9		0.2	5.7
Ultisol 1	1.7	1.0	0.6	0.2	3.8	0.6	70.0	4.0	47.0		Tr	4.7
Ultisol 2	2.7	1.3	0.9	0.3	3.5	0.9	38.0	6.0	50.0		Tr	5.1
Andisol 1	13.5	4.1	2.6	0.7	1.0	3.8	31.0	4.0	12.0		12.0	5.4
Andisol 2	7.5	1.8	2.3	0.8	0.5	3.6	15.0	6.0	30.0		17.0	5.5
Mollisol	13.5	3.0	3.0	0.8	0.3	2.3	94.0	5.0	27.0		1.0	6.0

dor. En todos los casos, se preparó un blanco para detectar cualquier tipo de contaminación.

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Suelos del IDIAP, en Divisa, entre los meses de mayo a diciembre de 1996, empleándose un diseño experimental completamente al azar, con 10 tratamientos (muestras de suelo) y cuatro repeticiones. Se efectuaron análisis de correlación simple entre el nivel de carbono orgánico con el Po total de los suelos. De igual forma, se correlacionó el contenido de Po lábil y Po total con la concentración de P total del suelo, considerando las muestras de suelo en conjunto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El total de las fracciones de fósforo extraídas con las tres soluciones extractoras se encuentra en el Cuadro 3. Se constata que el contenido de Po total se presenta muy variado en los diferentes tipos de suelo, mostrando un valor promedio de 37.3 mg/kg, variando desde 6.5 mg/kg en el Ultisol 1 hasta 61.4 mg/kg en el Alfisol 2. También se constata que estos mismos suelos presentaron el menor y mayor contenido de Pt, demostrando la capacidad diferencial en la acumulación de P orgánicamente combinado en los diferentes tipos de suelo.

Guerra y col. (1996), en suelos tropicales de Brasil, encontraron resultados semejantes donde el valor promedio del Po era de 50 mg/kg de suelo. Condrón y col. (1990) determinaron valores de 88 mg/kg en muestras de suelos de África y del Noreste de Brasil. Por otro lado, Bornemisza e Igue (1967), en suelos de Costa Rica, encontraron valores promedios de 405 mg/kg de Po utilizando el método de extracción de Mehta y col. (1954). Según estos autores, probablemente esta metodología extrae mayor cantidad de Po porque presenta menos problemas de hidrólisis.

La variabilidad en las diferentes determinaciones realizadas en suelos tropicales demuestra que los resultados, posiblemente, son superestimados en función de la metodología de análisis utilizada y que seguramente otros factores como la fertilización fosfatada (mineral), intensidad en el uso del suelo, contenido de materia orgánica y naturaleza de las arcillas, deben tener una gran influencia sobre esta fracción en los suelos tropicales.

El Ultisol 2 presentó el menor porcentaje relativo de Po (Figura 2), coincidiendo este resultado con el bajo contenido de carbono orgánico encontrado en este suelo (Cuadro 2). También se observa el predominio de la fracción inorgánica, representando más del 50%

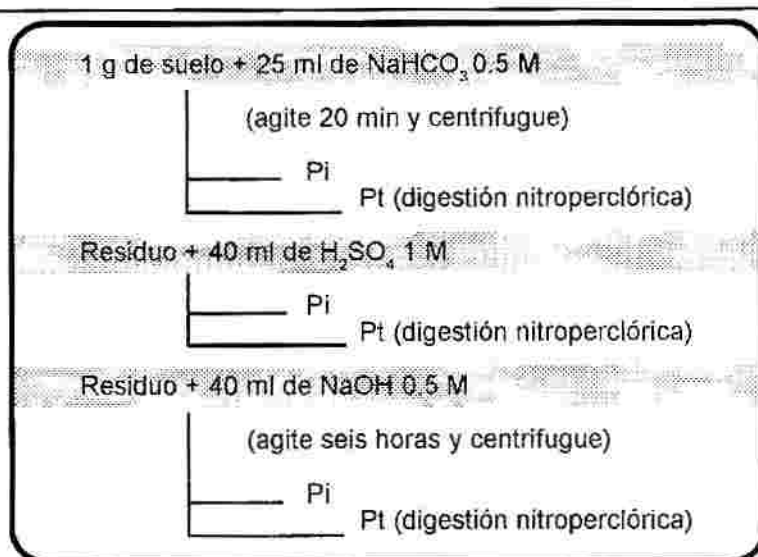


FIGURA 1.
FRACCIONAMIENTO DEL P_o UTILIZANDO
 NaHCO_3 0.5 M; H_2SO_4 1.0 M y NaOH 0.5 M

CUADRO 3. CONTENIDO DE P TOTAL, P INORGÁNICO Y P ORGÁNICO DETERMINADOS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELO.

TIPO DE SUELO	P total	P inorgánico	P orgánico
	mg/kg		
Inceptisol 1	98.8	42.1	56.7
Inceptisol 2	79.9	45.2	34.7
Inceptisol 3	83.8	43.9	39.9
Alfisol 1	92.3	53.2	39.1
Alfisol 2	125.5	64.1	61.4
Andisol 1	66.4	29.8	36.7
Andisol 2	112.4	54.1	57.7
Ultisol 1	22.1	15.6	6.5
Ultisol 2	29.9	23.0	6.9
Mollisol	66.0	52.9	33.1

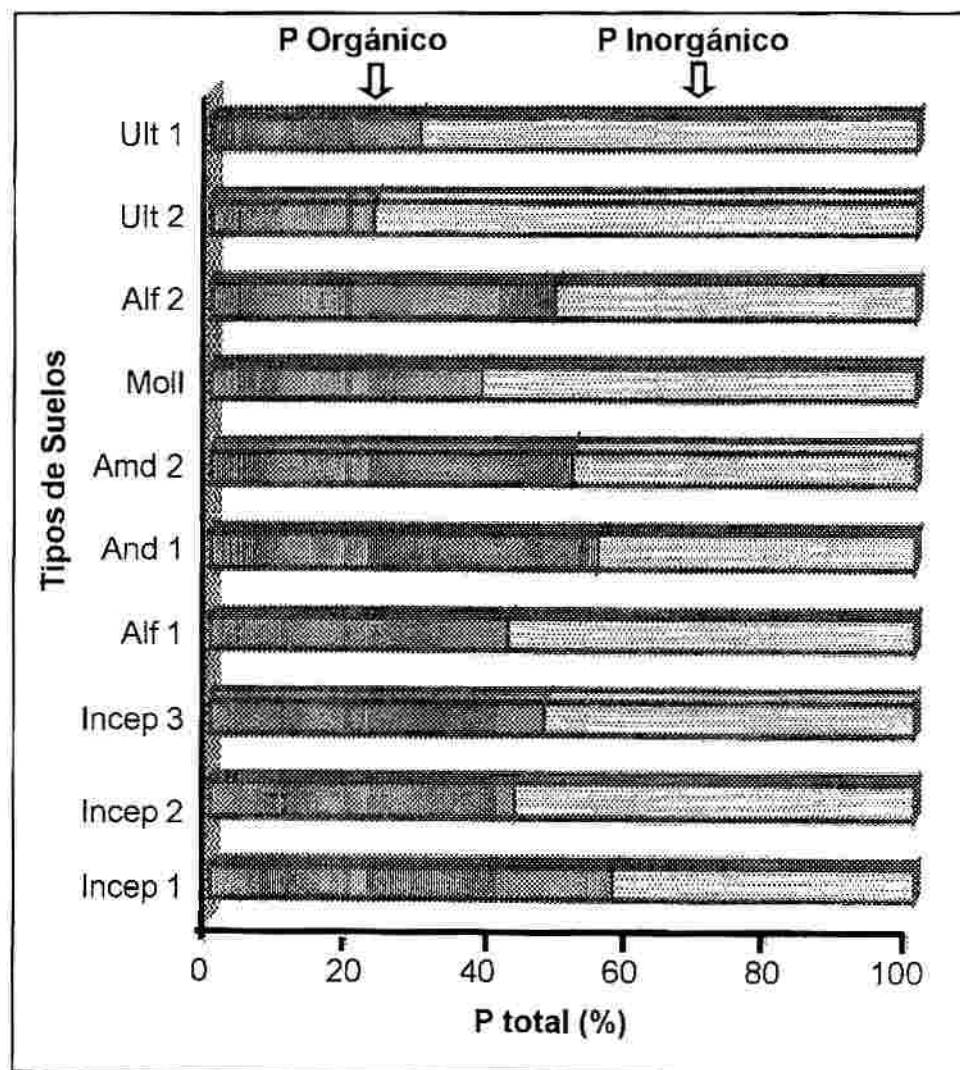


FIGURA 2
REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LAS FRACCIONES DE FÓSFORO
ORGÁNICO EXTRAÍDAS EN 10 SUELOS DE PANAMÁ

del P total en la mayoría de los suelos (promedio de 56.3%) sobre la fracción orgánica (promedio de 43.7%). La fracción orgánica varió con límites entre 23.1% y 57.4% en los diferentes tipos de suelo, mostrando mayor porcentaje los Andisoles, Inceptisoles y los Alfisoles.

En general, el predominio del P_i sobre el P_o ha sido encontrado en suelos tropicales genéticamente evolucionados (Bornemisza e Igue, 1967; Soltanpour y col., 1987; Condron y col., 1990; Guerra y col., 1996).

Resultados de Walker y Adams (1959) sobre el proceso de acumulación de P durante la pedogénesis del suelo, llevan a considerar que las cantidades de P_o serían pequeñas al inicio de su formación, aumentarían en suelos ligeramente intemperizados y declinarían en suelos fuertemente intemperizados.

En la Figura 3 se observa que la fracción de P_o "moderadamente lábil" es la más importante en los Andisoles e Inceptisoles, con un aporte entre 43.0 y 52.0% del P_o total extraído por las tres soluciones extractoras. Mientras que, en los Ultisoles y Alfisoles, las fracciones de P_o más notables fueron las formas lábil y moderadamente resistente.

Los resultados demostraron que posiblemente en estos suelos, la fracción orgánica "lábil" podría aportar una can-

tidad de P lábil muy importante y que generalmente no se toma en cuenta. Siendo así, cuando esta fracción es agotada, la restitución rápida del P disponible dependerá de una fracción "moderadamente resistente" que estará envuelta en las transformaciones a largo plazo (Tiessen y col., 1984). De esta forma, el manejo de la materia orgánica en estos suelos es de vital importancia.

Considerando las muestras en conjunto, con relación al P_o total determinado, el P_o lábil es una fracción que tiene una importante contribución en los suelos tropicales, registrándose un promedio de 27.5% de P_o lábil en los suelos de las 10 áreas estudiadas, variando desde 6.6% en el Andisol 2 hasta 60.6% en el Ultisol 1. Se comprueba de esta forma la importancia de darle un manejo adecuado a la materia orgánica en estos suelos.

La fracción de P_o "moderadamente resistente" fue muy variable en los diferentes suelos, aunque el porcentaje obtenido fue mayor en los Andisoles, coincidiendo con los elevados valores de carbono orgánico encontrados (Cuadro 2). Seguramente, esta fracción se encuentra asociada con los materiales que presentan una pobre organización cristalina (antiguamente conocidos como amorfos).

Algunos de los suelos evaluados, como los Ultisoles, presentaron nive-

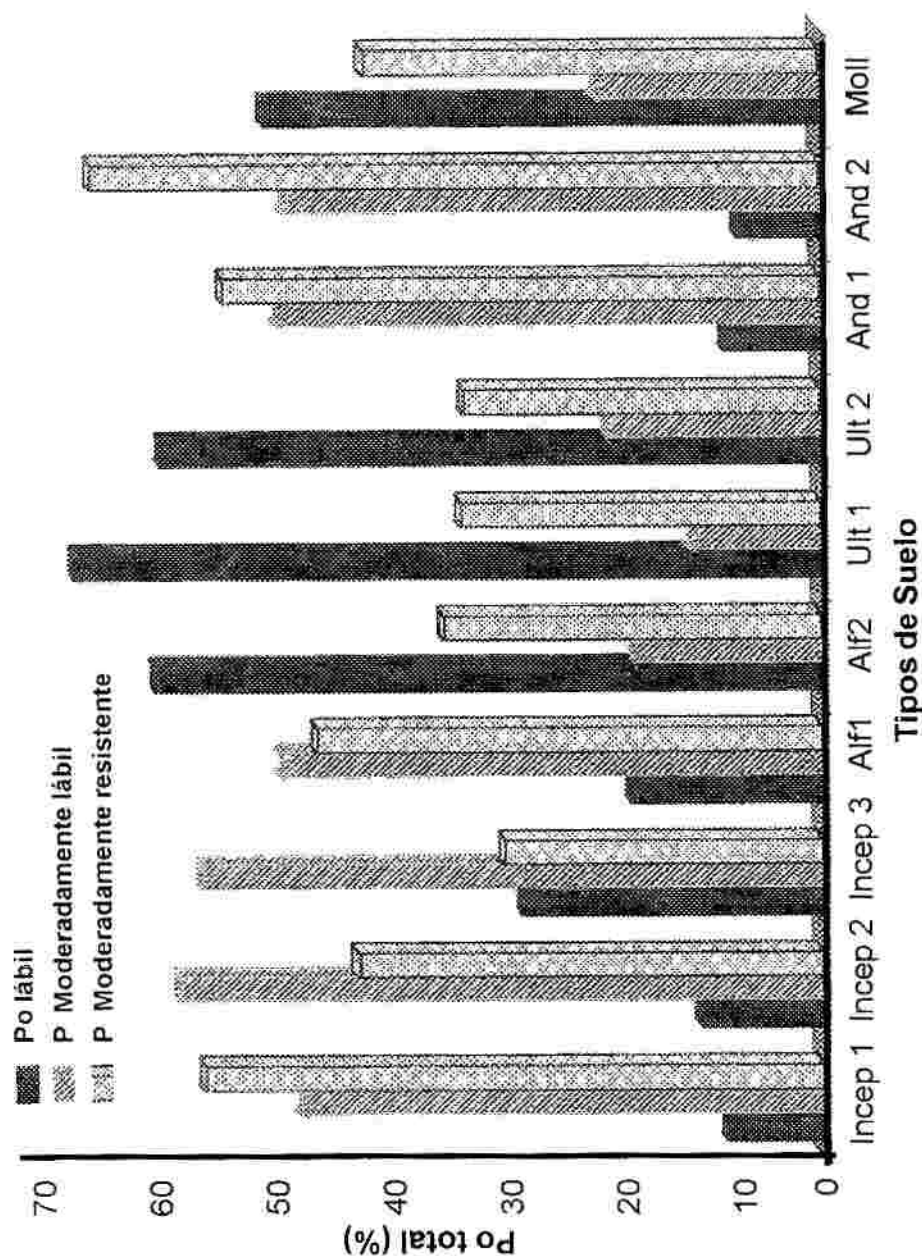


Figura 3. Representación porcentual de las fracciones de fósforo orgánico extraídas en 10 suelos de Panamá.

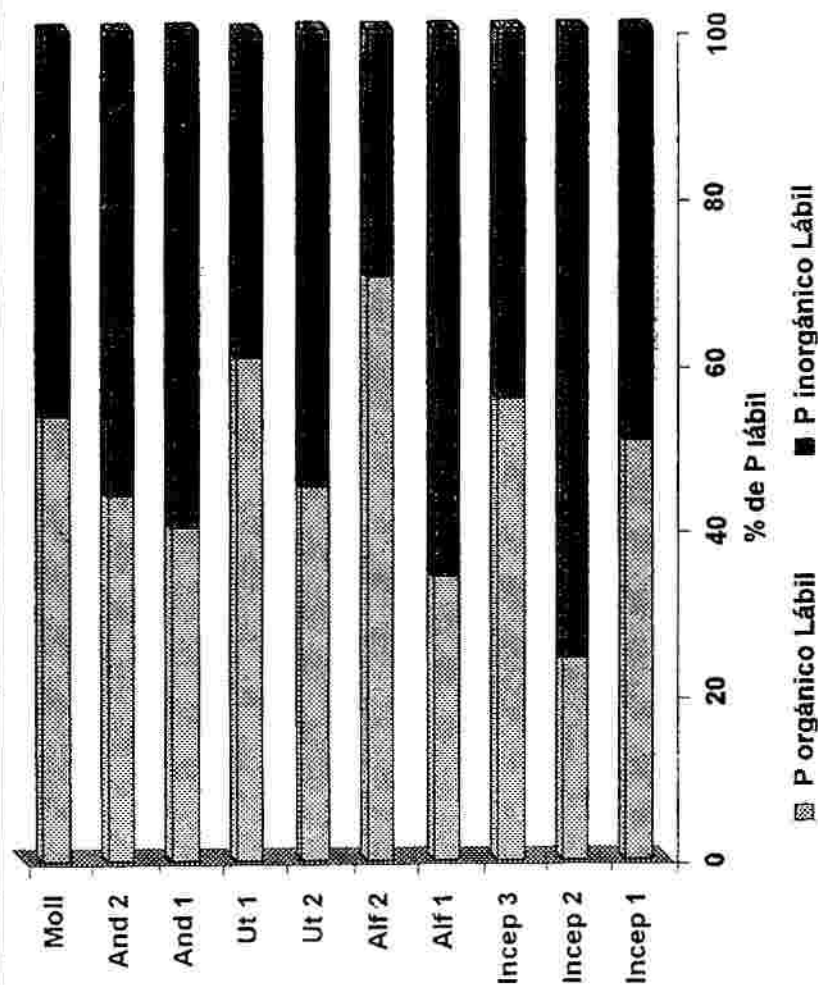


FIGURA 4
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS FRACCIONES
LÁBILES DE FÓSFORO DETERMINADAS
EN LAS MUESTRAS DE SUELO

CUADRO 4. FRACCIONES DE FÓSFORO DETERMINADAS CON TRES SOLUCIONES EXTRACTORAS EN DIEZ SUELOS DE PANAMÁ Y SU APOORTE PORCENTUAL AL TOTAL.

SUELO	P total	P inorgánico		P orgánico	Relación	
		Mg/kg			P/Pt*100	Po/Pt*100
		%				
Solución extractora: NaHCO ₃ 0.5M						
Inceptisol 1	8.7	4.3	4.4	48.6	50.4	
Inceptisol 2	14.0	10.6	3.4	75.9	24.1	
Inceptisol 3	17.5	7.8	9.7	44.4	55.6	
Aflisol 1	17.6	11.6	6.0	65.9	34.1	
Aflisol 2	47.2	14.0	33.2	29.7	70.3	
Ultisol 1	6.5	2.5	3.9	39.2	60.7	
Ultisol 2	8.2	4.5	3.7	54.9	45.1	
Andisol 1	7.1	4.2	2.8	59.9	40.1	
Andisol 2	8.7	4.9	3.8	56.0	44.0	
Mollisol	27.8	12.9	14.9	46.4	53.6	
Solución extractora: H ₂ SO ₄						
Inceptisol 1	46.4	22.6	23.9	48.6	51.4	
Inceptisol 2	34.9	16.7	18.2	47.8	52.2	
Inceptisol 3	29.6	9.5	20.1	72.5	27.4	
Aflisol 1	40.8	23.7	17.0	58.2	41.8	
Aflisol 2	37.4	28.0	9.3	75.0	25.0	
Ultisol 1	8.9	8.2	0.7	92.6	7.4	
Ultisol 2	14.4	13.2	1.2	91.7	8.3	
Andisol 1	32.3	16.2	16.1	50.3	49.7	
Andisol 2	56.6	31.6	25.0	55.9	44.1	
Mollisol	28.8	22.8	6.0	79.3	20.7	
Solución extractora: NaOH						
Inceptisol 1	43.7	15.3	28.5	34.9	65.1	
Inceptisol 2	31.0	17.9	13.1	57.8	42.2	
Inceptisol 3	36.7	26.6	10.1	72.6	27.4	
Aflisol 1	33.9	17.9	16.0	52.7	47.3	
Aflisol 2	40.9	22.1	18.8	53.9	46.0	
Ultisol 1	6.7	4.8	1.9	71.7	28.3	
Ultisol 2	7.3	5.3	2.0	72.6	27.4	
Andisol 1	27.1	9.3	17.8	34.3	65.7	
Andisol 2	47.1	18.2	28.9	38.6	61.4	
Mollisol	28.4	17.2	12.3	58.3	41.7	

les muy bajos de P_i lábil, pero en compensación, en estos mismos suelos la fracción orgánica lábil fue muy elevada comparada con la inorgánica (Figura 4 y Cuadro 4) representando en el Ultisol 1 más del 60% y en el Ultisol 2 el 45.1% del P total extraído con NH_4CO_3 . Estos resultados concuerdan con los encontrados por Guerra y col., (1996) en suelos de Brasil; Henríquez y col. (1992), en Ultisoles de Costa Rica, presentando bajos contenidos de P_i lábil; Bowman y Cole (1978a,b) y Thien y Myers (1992); donde los niveles de P disponibles eran claramente bajos, sugiriendo que la contribución potencial de la fracción orgánica podría estar subestimada en determinadas situaciones de clima, suelo y cobertura vegetal. Tiessen y col. (1984) estudiando diferentes tipos de suelos tropicales, concluyeron que en suelos altamente intemperizados, el P disponible estaría íntimamente asociado a las fracciones de P_o .

Se obtuvieron coeficientes significativos de correlación simple ($r = 0.70$) entre P_o total y P total, independientemente de la clase taxonómica; evidenciando, como sugirió Walker y Adams (1958), que la actividad de la biomasa microbiana del suelo tiene una poderosa influencia sobre la acumulación de P_o en el suelo y que está íntimamente relacionada con la producción de materia orgánica y la liberación de fósforo.

También se observó correlación significativa entre P_o lábil y el contenido de carbono orgánico ($r = 0.40$) entre P_o lábil y P total lábil ($r = 0.53$) y entre carbono orgánico del suelo y el contenido de P_o total ($r = 0.21$). Los resultados encontrados indican que la disponibilidad de sustrato podría ser un factor regulador importante en la síntesis de P_o por parte de la microbiota del suelo y que una buena fertilización fosfórica, junto con el manejo adecuado de los residuos orgánicos, atenuaría a corto y largo plazo los problemas relacionados con la baja eficiencia de recuperación del P del fertilizante, pasando de P_i para P_o lábil.

Por estar débilmente asociada a la fase sólida del suelo, la fracción orgánica lábil es fácilmente mineralizada, por lo tanto, la relación positiva con el P disponible ($r = 0.53$) sugiere que el reservorio lábil debe ocupar un papel de mayor importancia en la fertilidad del suelo, especialmente, en aquellos altamente intemperizados de las regiones tropicales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El contenido de fósforo orgánico total fue muy variado, dependiendo de la clase taxonómica del suelo y representó en promedio 37.3 mg/kg del fósforo total determinado.

- Tomando el conjunto de todas las muestras de suelos analizadas, el fósforo orgánico lábil se correlacionó positivamente con el fósforo total y el fósforo lábil total, indicando la importante contribución de la fracción orgánica en los suelos tropicales.
- El fósforo orgánico lábil predominó sobre la fracción inorgánica, especialmente, en aquellos suelos con mayor grado de intemperismo.
- El conocimiento del comportamiento de las fracciones del fósforo orgánico del suelo aportará información importante en cuanto al manejo de la materia orgánica y en la nutrición fosfórica de los cultivos.
- Puesto que el presente trabajo fue realizado en condiciones de laboratorio, se recomienda realizar investigación en el nivel de campo, bajo diferentes condiciones de suelo y clima, buscando confirmar los resultados de disponibilidad de P_o encontrados, evaluar sus transformaciones a corto y largo plazo y el efecto que tiene el uso continuo del suelo sobre este ciclo.

BIBLIOGRAFÍA

- BORNEMISZA, E.; IGUE, K. 1967. Comparison of three methods for determining phosphorus in Costa Rica soils. *Soil Science* 103: 347-353.
- BOWMAN, R.A.; COLE, C.V. 1978a. Transformations of organic phosphorus substrates in soils as evaluated by extraction. *Soil Science* 125: 49-54.
- BOWMAN, R.A.; COLE, C.V. 1978b. An exploratory method for fractionation of organic phosphorus from grassland soils. *Soil Science* 125: 95-101.
- COMISION DE REFORMA AGRARIA. MIDA. 1979. Dirección General de Planificación y Administración. Departamento de Planificación. Evaluación de los recursos agrofísicos de la República de Panamá, Panamá. 102 p.
- CONDRON, L. M.; MOIR, J. O.; TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B. methods for determining total organic phosphorus in tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1261-1266.
- DALAL, R.C. 1977. Soil organic phosphorus. *Adv. Agron.* 29: 85-117.
- DIAZ - ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- BORNEMISZA, E.; IGUE, K. 1967. Comparison of three methods for determining phosphorus in Costa

- GUERRA, J. G. M. 1993. Produção sazonal de *Brachiaria decumbens* Stapf., conteúdo de fósforo orgânico e microbiano em solos tropicais de baixa fertilidade natural. Itaguaí, Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro. 234 p. (Tesis de doctorao).
- GUERRA, J.G.M.; DE ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A.; FERNÁNDEZ, M.S. 1996. Conteúdo de fósforo orgânico em amostras de solo. Pesq. Agropec. Bras. 31: 291-299.
- HENRIQUEZ, C.; BRICEÑO, J.; MOLINA, E. 1992. Fraccionamiento de fósforo orgânico en cuatro órdenes de suelo de Costa Rica. Agronomía Costarricense 16: 195-201.
- MEHTA, N.C.; LEGG, J.O.; GORING, C.A.I.; BLACK, C.A. 1954. Determination of organic phosphorus in soils. I. Extraction method. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 18: 443-449.
- SOIL SURVEY STAFF. 1990. Keys to soil taxonomy. 4 ed. Blacksburg. SMSS Technical Monograph Nº 19. 422 p.
- SOLTANPOUR, P.N.; FOX, R.L.; JONES, R.C. 1987. A quick method to extract organic phosphorus from soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 255-256.
- THIEN, S.J.; MYERS, R. 1992. Determination of bioavailable phosphorus in soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 814-818.
- TIESSEN, H. 1989. Methods for characterizing soil phosphorus. In ANDERSON, J. M. y J. S. INGRAN, eds. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. C.A.B., Wallingford. pp. 113-126.
- TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; COLE, C.V. 1984. Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 853-858.
- WALKER, T.W.; ADAMS, A.F.R. 1959. Studies on soil organic matter. 3. Influence of increased leaching at various stages of weathering on levels of carbon, nitrogen, sulfur, organic and inorganic phosphorus. Soil Science 87: 1-10.
- WALKER, T.W.; ADAMS, A.F.R. 1958. Studies on soil organic. I. Influence of phosphorus content of parent materials on accumulations of carbon, nitrogen, sulfur and organic phosphorus in grassland soils. Soil Science 85: 307-318.

**FRECUENCIAS DE APLICACIONES DEL FUNGICIDA
CLOROTALONIL 82.5 PARA EL MANEJO
DE *Phytophthora infestans* EN TRES VARIEDADES DE PAPA**

Rodrigo A. Morales A¹; Jorge Muñoz²

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el intervalo de aplicación del fungicida Clorotalonil 82.5 para el manejo del hongo *Phytophthora infestans* en las variedades de papa Amigo, Granola e IDIAP-92, durante la época lluviosa. Se estableció en Cerro Punta, Chiqui, en el periodo de agosto a diciembre de 1998. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo de Parcelas Divididas y cuatro repeticiones. La parcela principal fue variedades de papa (Amigo, Granola e IDIAP-92), y la subparcela, los intervalos de aplicaciones del fungicida Clorotalonil 82.5 a 0.9 kg po/ha, a saber: 3,6,9,12 y 15 días después de la emergencia del cultivo. La práctica del productor, en la época lluviosa es fumigar cada tres días. En todos los tratamientos a los 30 DDE del cultivo se aplicó el fungicida Metalaxil CT 60 WP. El área de la parcela efectiva fue de 9 m². En la parcela efectiva se realizaron lecturas semanales de infección al follaje causado por el hongo *P. infestans*, utilizando una escala arbitraria en porcentaje. Donde 0 es igual a la planta sana y 100 corresponde a la planta muerta. En este ensayo se realizaron ocho lecturas por tratamiento, calculándose luego el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC) y se registraron los rendimientos comerciales, como parámetros de eficacia biológica. Con aplicaciones del fungicida Clorotalonil 82.5 a intervalos de seis días después de emergencia de la variedad resistente, IDIAP-92, se registró un valor del AUDPC de 825, rendimientos comerciales promedio de 33.25 t/ha, y la mayor Tasa de Retorno Marginal (4327 por ciento).

PALABRAS CLAVES: *Phytophthora infestans*; fungicida, Clorotalonil; control químico, variedades; Panamá.

¹ Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Fitopatología. Director Nacional de Investigación Agrícola. IDIAP.

² Agrónomo. Subcentro de Cerro Punta. IDIAP - CIAOC.

APPLICATION FREQUENCIES OF CLOROTALONIL FUNGICIDE 82.5 FOR THE HANDLING OF *Phytophthora infestans* IN THREE POTATO VARIETIES

The objective of this study was to determine the application interval for Clorotalonil 82.5 fungicide for the handling of the *Phytophthora infestans* fungus in Amigo, Granola and IDIAP-92 potato varieties during the raining season. It was established in Cerro Punta, Chiriquí during the period August to December of 1998. It was utilized a completely randomized block design in a split-plot arrangement with four repetitions. The principal plot was the varieties (Amigo, Granola and IDIAP-92) and the subplot was the application intervals of Clorotalonil 82.5 fungicide with doses of 0.9 kg pc/ha at 3, 6, 12 and 15 days after the emergence (DAE) of the cultivation. Producer practice during the raining season is spraying every three days. In all treatments at 30 DAE (formation of tuber phase), the Metalaxil CT 60 WP fungicide was applied. The effective area of the plot was of 9.0 m². In these plots, measurements of the foliage infection caused by *Phytophthora infestans* were done weekly using an arbitrary scale expressed in percentage. Zero is equal to healthy plant and 100 are equal to death plant. Eight measurements were done per treatment and the area under disease progress (AUDPC) curve was calculated. Also, commercial yields were recorded as biological efficiency parameters. With applications of Clorotalonil 82.5 fungicide at 6 DAE in IDIAP-92 showed a value of the AUDPC of 825, average commercial yields of 33.25 t/ha and the higher Marginal Return Rate (4327 per cent).

INTRODUCCIÓN

El hongo *Phytophthora infestans*, agente causal del tizón tardío de la papa, es un patógeno de gran potencial destructivo en muchas especies de la familia Solanaceae, principalmente en papa y tomate. El tizón tardío de la papa, bajo condiciones ambientales favorables, como las de Centro América, puede destruir totalmente una plantación en corto tiempo si no se aplican medidas de control oportunas (Flores y Parga, 1993; Mooi, 1977; Morales y Muñoz, 1993).

Actualmente se gastan sumas exorbitantes en fungicidas para el control de *P. infestans* en el cultivo de papa. De acuerdo a la FAO (1995), se gasta en fungicidas alrededor de 1.8 billones de dólares y en los países en desarrollo gastan 600 millones de dólares en el control del tizón tardío de la papa. Por otra parte, los fungicidas utilizados para el control de esta enfermedad no sólo son potencialmente peligrosos y costosos, sino también que están seleccionando variantes resistentes (Coffey y Wilson, 1983).

Se han reportado variaciones en la susceptibilidad al fungicida Metalaxyl, lo cual dificulta su utilización en programas de manejo del tizón tardío de la papa en muchas localidades del mundo; entre éstas, Irlanda del Norte, Europa, Israel y los Estados Unidos (Ferhman y Dimond, 1967; Morales, 1998).

La resistencia al Metalaxyl incluye a todos los fungicidas de composición similar dentro del grupo de las acilalaninas, siendo detectada inicialmente en México por medio del marcador de aloenzimas. Shattock y colaboradores (1990) al estudiar la genética de la resistencia al Metalaxyl demostró que la herencia de la resistencia está gobernada por un simple gen con dominancia incompleta.

A pesar de que los fungicidas junto con la resistencia genética habían funcionado bien en diversas partes del mundo, entre éstas: México, Costa Rica, Panamá y Perú, se registraron a mediados de 1980, epidemias severas de tizón tardío, acompañadas por la pérdida de la efectividad de los fungicidas (Morales, 1998; Morales y Muñoz, 1993).

Morales y Muñoz (1993) reportaron que en Panamá, el productor de las tierras altas (Cerro Punta y Boquete) conocedor de las condiciones agroclimáticas de su zona de trabajo, acierta en proteger químicamente a la variedad Granola (variedad más cultivada) en la época lluviosa (época de mayor presión de *P. infestans*)

cada tres días. Además, indica que con aplicaciones de Clorotalonil 720 se disminuyó la velocidad de desarrollo de la enfermedad tizón tardío y por consiguiente, se aumentaron significativamente los rendimientos comerciales.

Actualmente, para estudiar el comportamiento de la epidemia del tizón tardío de la papa, se incorpora el parámetro de Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC), que es la integración de la intensidad de la enfermedad entre dos tiempos, cuyo valor puede expresarse en términos absolutos y en unidades expresadas en proporciones por día (Campbell y Madden, 1990; Fry, 1978; Fry y Apple, 1986).

El AUDPC es una herramienta de gran utilidad para la comparación estadística de una epidemia, a través de diversos parámetros, tales como el inicio y final de la enfermedad, desviación estándar de error, análisis de variancia y multivariaciones. Estos parámetros pueden ser incorporados y describen una curva de progreso de la enfermedad (Campbell y Madden, 1990).

Fry y Apple (1986) reportaron que para medir el comportamiento de una epidemia en el tiempo, es más conveniente y confiable estimar el parámetro AUDPC que la tasa aparente de infección, ya que ésta última requiere de transformaciones.

Considerando la importancia de las pruebas de eficacia biológica de fungicidas para el manejo del patógeno *P. infestans*, con variedades de papa susceptibles y resistentes, en el presente trabajo de investigación se trazó el siguiente objetivo:

- ◆ Determinar el intervalo de aplicación del fungicida Clorotalonil 82.5 más eficaz para el manejo del hongo *P. infestans* en las variedades de papa Amigo, Granola e IDIAP-92, en la época lluviosa.

MATERIALES Y METODOS

La frecuencia de aplicación del fungicida Clorotalonil 82.5 más eficaz para el manejo del hongo *P. infestans* en el cultivo de papa, se determinó en un ensayo establecido en la finca de un productor en la localidad de Cerro Punta, provincia de Chiriquí, endémica para la enfermedad del tizón tardío. Las características agroecológicas del lugar fueron: 8°51'09" latitud Norte, 82°34'19" latitud Oeste; altitud 1940 msnm; temperatura, 19.76°C/mes; humedad relativa, 90.3%; precipitación, 237.98 mm/mes. Esta prueba se realizó en el periodo agosto a diciembre de 1998.

Las condiciones ambientales registradas durante el periodo en que se realizó el estudio, favorecieron una buena esporulación del patógeno y una

producción abundante de espo-rangios (estructuras propagativas del patógeno), los cuales son factores importantes para el desarrollo del tizón tardío de la papa.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con arreglo de Parcelas Divididas y cuatro repeticiones. La parcela principal fue variedades de papa (Amigo, Granola e IDIAP-92) y la subparcela los intervalos de aplicaciones del fungicida Clorotalonil 82.5 a 0.9 kg pc/ha; a saber: 3, 6, 9, 12 y 15 días después de la emergencia del cultivo (DDE). Es importante indicar que los productores en la época lluviosa fumigan cada tres días. En todos los tratamientos a los 30 DDE del cultivo (en la fase de tuberización) se aplicó el fungicida Metalaxil CT 60 WP con modo de acción sistémica y efecto curativo.

La unidad experimental consistió de cuatro surcos de cinco metros de largo, separados a 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre tubérculos-semillas. El área de la parcela total fue de 18 m² con una parcela efectiva de 9 m².

En los dos surcos centrales (parcela efectiva) se realizaron lecturas semanales de infección al follaje causado por el hongo *P. infestans*, utilizando una escala arbitraria en porcentaje, donde 0 es igual a la planta sana y 100 corresponde a la planta muerta (Fry, 1978). En este ensayo se realizaron ocho

lecturas por tratamiento, calculándose luego el AUDPC como parámetro de eficacia biológica.

La cosecha se hizo cuando cada variedad completó su ciclo biológico, registrándose el peso promedio de tubérculos comerciales y se realizó el análisis económico de presupuestos parciales (CIMMYT, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el efecto de las aplicaciones de Clorotalonil 82.5 sobre el AUDPC. Se detectaron diferencias significativas entre variedades y frecuencias de aplicaciones ($P < 0.01$). Para la interacción variedad por frecuencia de aplicación, también hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$). Estos resultados reflejan que las variedades varían significativamente entre sí en la supresión de infección por el tizón tardío por efecto de las aplicaciones del fungicida Clorotalonil 82.5 y que existe interacción entre las variedades por frecuencia de aplicación, indicando que las variedades de papa estudiadas (Amigo, Granola e IDIAP-92) se comportan diferencialmente en la intensidad de desarrollo del tizón tardío en las diversas aplicaciones del Clorotalonil 82.5.

Los valores promedios de AUDPC obtenidos en la prueba, como parámetro

de la eficiencia de fungicida por variedad de papa, muestra un rango continuo de variación en las diversas frecuencias o intervalos de aplicaciones, desde los obtenidos por la variedad IDIAP-92 protegida con el Clorotalonil cada tres DDE (30 aplicaciones en el ciclo) con un valor promedio del AUDPC de 610, seguidos de los obtenidos por esta misma variedad que se protegió cada 6 y 9 DDE (16 y 12 aplicaciones respectivas en el ciclo), resultando en valores promedios del AUDPC respectivos de 825 y 1180; sin existir diferencias significativas entre sí. En este estudio se estimaron valores promedios extremos del AUDPC de 2617, registrado en la variedad Granola, protegida con el fungicida cada 15 DDE del cultivo (seis aplicaciones durante todo el cultivo).

En este estudio se observó que a mayores valores del AUDPC, el ataque por *P. infestans* fue más severo. Con la variedad IDIAP-92, la cual posee resistencia horizontal al hongo *P. infestans*, se registraron los valores promedios del AUDPC más bajos, confirmando los resultados por Morales (1993), lo cual indica que el uso de variedades de papa con resistencia horizontal se constituye en la mejor alternativa de manejo debido a la gran variabilidad natural del hongo *P. infestans* en las zonas productoras de papa del mundo.

CUADRO 1. EFECTO DE LAS APLICACIONES DE CLOROTALONIL 82.5 EN EL MANEJO DE *P. infestans* EN LAS VARIEDADES DE PAPA AMIGO, GRANOLA E IDIAP-92.^{1/}

Variedad	Frecuencia de aplicación (DDE)	AUDPC	Rendimiento Comercial (t/ha)
IDIAP-92	3	610.0 a	37.25 a
IDIAP-92	6	825.0 a	33.25 ab
IDIAP-92	9	1180.0 ab	19.50 bc
Amigo	3	1296.0 bc	26.00 b
Granola	3	1545.0 c	4.75 fg
IDIAP-92	12	1584.0 c	14.75 c
Amigo	6	1613.0 c	13.12 cd
Amigo	9	1634.0 cd	8.25 d
Granola	6	1665.0 d	4.75 fg
IDIAP-92	15	1954.0 df	14.25 c
Granola	9	2163.0 f	4.25 fg
Amigo	12	2200.0 fg	7.50 f
Amigo	15	2320.0 g	5.50 fg
Granola	12	2462.0 gh	2.20 g
Granola	15	2617.0 h	1.00 g
C. V. (%)		20.72	19.45

^{1/} Promedios con la misma letra en la misma columna son similares estadísticamente entre sí ($P=0.01$) según la prueba de significancia Waller-Duncan.

Genéticamente las variedades medianamente resistente a susceptibles, tales como la Amigo y Granola, no soportan sin proteger su follaje, periodos prolongados de continuas infecciones causadas por *P. infestans*. Esto se evidenció con la variedad Amigo, que a pesar de recibir protección cada tres DDE registra valores promedios del AUDPC de 1296, difiriendo estadísticamente de los valores resultantes en la variedad resistente IDIAP-92 con protección cada tres y seis DDE, pero con valores promedios similares en la combinación IDIAP-92 protegida cada 12 días (nueve aplicaciones en el ciclo) y la de Granola con aplicaciones cada tres DDE.

El análisis de variancia para los rendimientos comerciales promedio por tratamiento fue similar al de los valores resultantes del AUDPC (Cuadro 1). Es decir, se detectaron diferencias significativas en las variedades y frecuencias de aplicaciones del Clorotalonil 82.5 y también en la variedad por frecuencia. Los mayores rendimientos comerciales fueron obtenidos por la variedad IDIAP-92 cuando se protegió cada tres y seis DDE con promedios de 37.25 y 32.25 t/ha, respectivamente; sin diferir estadísticamente entre sí. Le siguió la variedad Amigo con aplicaciones cada tres DDE, registrando rendimientos totales promedios de 26 t/ha, cuyo comportamiento fue similar a la IDIAP-92 protegida cada seis días (Figura 1).

La variedad Granola evidenció un comportamiento similar en los intervalos de aplicación de Clorotalonil 82.5 cada 3, 6, 9, 12 y 15 DDE; con los más bajos rendimientos totales promedios con 4.75, 4.75, 4.25, 2.29 y 1.0 t/ha, respectivamente.

Al no existir diferencias significativas en los parámetros utilizados para estimar la eficacia biológica del fungicida Clorotalonil 82.5, AUDPC y rendimientos totales, con la variedad resistente IDIAP-92 con protección cada tres y seis DDE del cultivo, superando estadísticamente a las demás combinaciones, sugiere que el intervalo de aplicación de seis días es el más apropiado, resultando en una reducción del 50 por ciento en el número de aplicaciones realizadas durante todo el ciclo del cultivo; producto de la reducción de 30 a 16 aplicaciones (Figura 1).

Se realizó el análisis económico para evaluar la eficiencia de los intervalos de aplicación del fungicida Clorotalonil 82.5 para el manejo de *P. infestans* en las variedades de papa Amigo, Granola e IDIAP-92. En los factores involucrados: el fungicida, los costos de aplicaciones, y precio de venta de papa corresponden a los precios establecidos durante el periodo en que se verificó la prueba experimental.

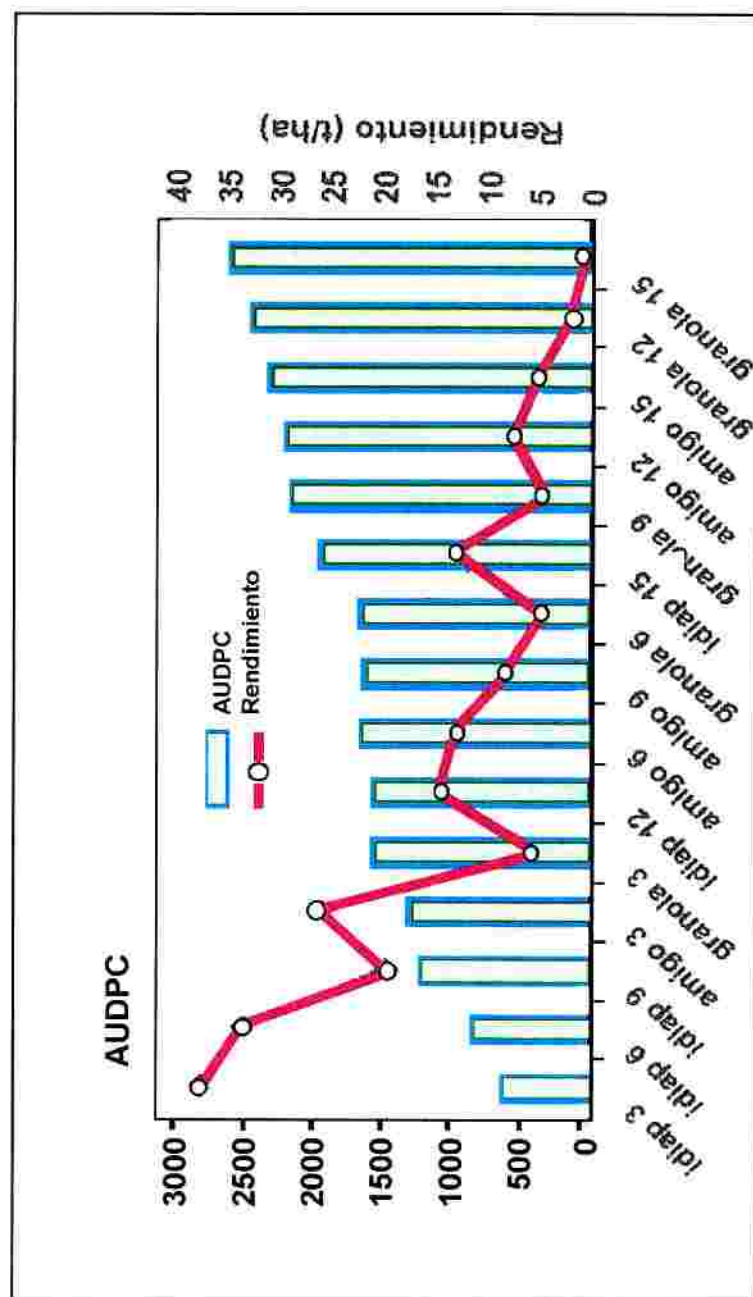


FIGURA 1
EFICACIA BIOLÓGICA DE LAS APLICACIONES DE
CLOROTALONIL 82.5 EN EL MANEJO DE *P. infestans*
EN LAS VARIEDADES AMIGO, GRANOLA E IDIAP-92.
CERRO PUNTA, CHIRIQUI, 1998.

En el Cuadro 2 se muestra el análisis marginal de la eficiencia de las aplicaciones de Clorotalonil para el manejo de *P. infestans* en las variedades de papa resistente, IDIAP-92, el cual se basó en el análisis de los presupuestos parciales. Al pretender ampliar el intervalo de aplicación de un nuevo fungicida, se considera una tasa de retorno mínimo de 100 por ciento (conformada por el riesgo de cambiar a una nueva tecnología, más el costo de oportunidad de dinero) que es comparable al de la Tasa de Retorno Marginal (TRM) resultante y aceptable para los agricultores.

El uso del Clorotalonil 82.5 aplicado cada 15 y 12 días después de emergencia del cultivo de papa, variedad IDIAP-92 no son justificables, pues los beneficios netos calculados no cubren los costos de producción de este cultivo en la época lluviosa. Sin embargo, el uso de este fungicida cada tres y seis DDE es justificable, ya que se obtienen Tasas de Retorno Marginal de 297 y 4327 por ciento, respectivamente; lo suficientemente altas para cubrir los 100 por ciento de la tasa de comparación. De éstos, obviamente el Clorotalonil 82.5 aplicado cada seis días es la mejor combinación, que a pesar de no registrar los mayores beneficios netos (como fue el caso del Clorotalonil 82.5 aplicado cada tres días), si obtiene los menores costos marginales con \$114.00 y los mayores beneficios netos marginales con \$4933.20.

Se confirma, por lo tanto, que el manejo integrado del tizón tardío de la papa, involucra el uso de medidas complementarias necesarias, por ejemplo, el uso de fungicidas de acción protectora, al empleo de cultivares con resistencia horizontal, como la variedad IDIAP-92, las cuales están dirigidas a bajar significativamente los costos de producción, por reducción en el uso de fungicidas, incrementar las áreas de producción al controlar la enfermedad e incrementar los rendimientos, reducir las poblaciones de *P. infestans* y disminuir el potencial de inóculo en el tiempo, evitando el desarrollo de variantes resistentes a fungicidas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ◆ Las variedades de papa más cultivadas en Panamá, Granola y Amigo, no soportan periodos mayores de tres días a partir de la emergencia, sin protección de fungicidas contra el hongo *P. infestans*.
- ◆ Con aplicaciones del fungicida Clorotalonil 82.5 a intervalos de seis días después de emergencia de la variedad resistente, IDIAP-92, se registraron los menores valores del AUDPC, con rendimientos comerciales promedio de 33.25 t/ha (la

CUADRO 3. ANÁLISIS MARGINAL DE LA EFICIENCIA DE APLICACIONES DE CLOROTALONIL 82.5 PARA EL MANEJO DE *P. infestans* EN LA VARIEDAD RESISTENTE, IDIAP-92.

Frecuencias (DDE)	Costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Costos Marginales (\$/ha)	Beneficios netos Marginales (\$/ha)	TRM (%)
9	342.00	7780.00			
6	456.00	127113.20	114.00	4933.20	4327
3	855.00	13698.20	399.00	1185.00	297

producción promedio nacional es de 21 t/ha). Producto de esta combinación, se obtiene la mayor tasa de retorno marginal.

- ◆ Con la variedad IDIAP-92, se logra reducir el 50 por ciento del número de aplicaciones, con una significativa supresión de la infección foliar causada por el patógeno *P. infestans*, sin afectar los rendimientos comerciales, ni mucho menos la calidad de los tubérculos cosechados.

BIBLIOGRAFIA

- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley and Sons Inc. USA. 532 p.
- CIMMYT. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F. 79 p.
- COFFEY, M.D.; WILSON, U.E. 1983. Histology and cytology of infection and disease caused by *Phytophthora*. pp. 289-301. In Erwin, D.C., S. Bartnicki-Garcia y P. H. Tsao. (Eds.) *Phytophthora*, its biology, taxonomy, ecology and pathology. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.
- FAO. 1995. La papa en la década de 1990. Situación y perspectivas de la economía de la papa a nivel mundial. 50 p.
- FERHMAN, H. AND DIMOND A.E. 1967. Peroxidase activity and *Phytophthora infestans* in different organs of the potato plant. Phytopathology 57: 69-72.
- FLORES, F.; PARGA, T.V.M. 1993. Norteña, nueva variedad de papa para el Norte y centro de México. XVI Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. Santo Domingo, República Dominicana. (Compendios). p. 36.
- FRY, W.E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. Phytopathology 68:1650-1655.
- FRY, W.E.; APPLE, A.E. 1986. Disease management implications of age-related changes in susceptibility of potato foliage to *Phytophthora infestans*. USA. American Potato Journal 63 (1): 47-56.

- LANDEO, J. A.; TURKENSTEEN, L. 1989. Assessment of partial resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) of major genes in potato. American Potato Journal (Abstract) 66: 530.
- MATUSZAK, J. M.; FERNANDEZ-ELQUEZABAL, J.; GU, W. K.; VILLARREAL GONZÁLEZ, M.; FRY, W. E. 1994. Sensitivity of *Phytophthora infestans* populations to metalaxyl in Mexico: distribution and dynamics. Plant Disease 78: 911-916.
- MOOI, J. C. 1977. Host infection in incompatible interactions between R10 genotypes of potato and races of *Phytophthora infestans*. Potato Research (Abstract) 20 (3): 272.
- MORALES, R.A. 1998. Correlación entre las pruebas de invernadero y campo para evaluar la resistencia horizontal a *Phytophthora infestans* en progenies segregantes de papa. Tesis para optar al título de *Magister Scientiae* en Fitopatología. Universidad Nacional La Agraria, La Molina, Lima, Perú. 148 p.
- MORALES, R.A.; MUÑOZ, J. 1993. Control químico del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en Cerro Punta, Panamá. Sin publicar. IDIAP. 10 p.
- SHATTOCK, R. C.; SHAW, D. S.; FYFE, A. M.; DUNN, J. R.; LONEY, K. H.; SHATTOCK, J. 1990. Phenotypes of *Phytophthora infestans* collected in England and Wales from 1985 to 1988. Mating type, response to metalaxyl and isoenzyme analysis. Plant Pathology 39: 242-248.

**EL METCONAZOLE SL PARA EL MANEJO DE LA ROYA
(*Phragmidium* sp.) EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.) BAJO TECHO.
CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1999.**

Rodrigo A. Morales A.

RESUMEN

Con el objetivo de estimar la eficacia biológica del fungicida Metconazole SL para el manejo de la roya de la rosa, se estableció un ensayo en la finca productora de flores, "Plantas y Flores S.A.", localizada en Cerro Punta, provincia de Chiriquí, a una altitud aproximada de 1,850 msnm. La prueba se realizó en el período comprendido del 12 de julio al 23 de agosto de 1999. Las dosis del fungicida Metconazole SL evaluadas fueron: 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 ml pc/litro de agua comparadas con el testigo del productor, Triforin 1.0 ml pc/agua. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completo al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de parcelas de 5 x 0.75 m y el área efectiva correspondió a los 4 m² centrales (cinco plantas). Los parámetros biológicos evaluados semanalmente fueron la incidencia y lesiones/foliolos con los cuales se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC). Esta fue la base para los análisis estadísticos respectivos. Al comparar las medias de los valores del AUDPC obtenidos del número de plantas con royas y del número de foliolos con lesiones, se detecta que con las aplicaciones del fungicida Metconazole SL se obtienen valores promedios del AUDPC similares (C.V.=9.10 y 20.9%, respectivamente) difiriendo estadísticamente ($P>0.05$) con los valores del AUDPC calculados en las parcelas de rosas manejadas con el fungicida Triforin. Es evidente el efecto del fungicida Metconazole SL sobre las uredosporas (estructuras reproductivas que infectan a las plantas hospedantes), sugiriendo que la menor dosis del Metconazole SL, 0.5 ml pc/ml de agua, es la más apropiada en términos biológicos (supresión de la enfermedad) y económicos.

Palabras claves: *Phragmidium mucronatum*, Metconazole SL; Rosa (Género); enfermedades fúngicas; control químico; Panamá.

¹ Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Fitopatología. Director Nacional de Investigación Agrícola. IDIAP.

METCONAZOLE SL FOR THE HANDLING OF THE ROYA (*Phragmidium* sp.) OF ROSE CULTIVATIONS (*Rosa* sp.) UNDER ROOF. CERRO PUNTA, PANAMA. 1999.

With the purpose of estimating the biological efficacy of the fungicide Metconazole SL for the handling of the rose roya, it was established a trail in the "Plantas y Flores, S.A." farm, located in Cerro Punta, Chiriquí, at 1850 meters over the sea level. The trial was conducted during the period 12 of July to 23 of August of 1999. Doses of Metconazole SL were 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 ml pc/l of water compared with a producer control, Triforin 1.0 ml pc/l of water. The experimental design was a completely randomized block design with four repetitions. The experimental unit was a plot of 5.0 x 0.75 m and the effective area was of 4.0 m² (five plants). Biological parameters evaluated weekly were incidence and damage/foliole from where calculated the Área under the Disease Progress Curve (AUDPC). When the means of AUDPC values from number of plants with roya and from the number of folioles with damage were compared, it was detected that the first application of Metconazole SL fungicide was obtained similar AUDPC average values (CV = 9.10 and 20.9 %, respectively), differing significantly ($P < 0.05$) with the AUDPC values calculated in plots management with Triforin fungicide. It was evident that effect of Metconazole SL on the uredospores (reproductive structure that infect innkeeper plants), suggesting that the low doses of Metconazole SL, 0.5 ml pc/l of water, is the most appropriated in biological (suppression of disease) and economical terms.

INTRODUCCIÓN

Los hongos causantes de royas en las plantas, son parásitos obligados pertenecientes a la clase Basidiomycetes, orden Uredinales, considerados como una de las plagas más destructivas que han afectado la economía de grandes áreas y países enteros. Además de los efectos devastadores producidos en los cultivos de granos, hortalizas, algodón, árboles (pino, manzano y cafeto), las royas afectan también las plantas de ornato como el clavel y las rosas (Agrios, 1995).

Las royas afectan principalmente a las hojas y tallos; en ocasiones, a los

frutos y flores, cuyos síntomas se manifiestan como numerosas manchas anaranjadas, amarillas, rojizas o incluso de color blanco; ocasionando el rompimiento de la epidermis, formación de hinchamientos y agallas (Figura 1). Las esporas de estas pústulas son diseminadas por el viento y las hojas de rosas son infectadas a través de las aperturas estomatales (Agrios, 1995; Horst, 1983). Todas las royas, excepto las llamadas royas imperfectas, producen teliosporas. Se considera que la teliospora es la fase perfecta de los Uredinales, ya que en esta estructura es donde tiene lugar la cariogamia y la meiosis.



FIGURA 1
PÚSTULAS ANARANJADAS DE LA ROYA DE LA ROSA,
***Phragmidium* sp., EN EL ENVÉS DE FOLIOLOS**

En el ciclo vital de las royas, existen típicamente cuatro a cinco fases reproductoras, las cuales señalamos a continuación:

- Fase 0 : espermagonio (antes conocido como Picnea)
- Fase I : Aecia
- Fase II : Uredo
- Fase III : Telia
- Fase IV : Basidia

La familia de las Puccinaceae es ampliamente reconocida por agrupar géneros económicamente importantes en la agricultura, destacándose el género *Phragmidium*, causante de la roya de los rosales y la roya amarilla de la frambuesa, siendo *P. mucronatum* y *P. tuberculatum* las especies más comunes. Presentan teliosporas pluricelulares, con un pedúnculo largo, rodeado de una masa gelatinosa. Todas las especies del género *Phragmidium* son autoicas (completan su ciclo de vida en un solo hospedante) y la mayoría son macrocíclicas (presentan típicamente las cinco fases reproductoras) (Cummius y Hiratsuka, 1983; Horst, 1983).

La temperatura óptima para el desarrollo de epidemias de royas en rosales es de 18 a 21 °C y una humedad continua por dos a cuatro horas es esencial para el inicio de infecciones. En invernaderos la producción comercial

utilizando cultivares de rosas susceptibles a *Phragmidium* sp. son afectadas severamente cuando hay poca ventilación, condensación de agua y por consiguiente formación de una película de agua sobre las hojas. Los síntomas por royas en rosales son estrictamente manchas locales, pero algunas veces pueden extenderse internamente hasta un grado más o menos limitado (Figura 2).

En las fincas de producción comercial de rosas, bajo techos y campo en la localidad de Cerro Punta, provincia de Chiriquí, Panamá, una de las principales limitantes económicas de esta actividad agrícola es la enfermedad producida por el hongo *Phragmidium* sp. Esta enfermedad se caracteriza por síntomas de marchitez en toda la planta, debido al aumento de la tasa de transpiración, originada por las alteraciones y ruptura de la cutícula. Este rompimiento causa la salida de agua y una fuerte clorosis que afecta la fase final de la fotosíntesis, desorganización del tejido foliar y finalmente, defoliaciones severas, principalmente en las hojas más viejas.

Para el manejo de la roya en rosales, además de podas de las porciones infectadas, se contempla aplicaciones de fungicidas de contacto durante los periodos favorables para el desarrollo de la enfermedad. Con el surgimiento de fungicidas sistémicos para el control

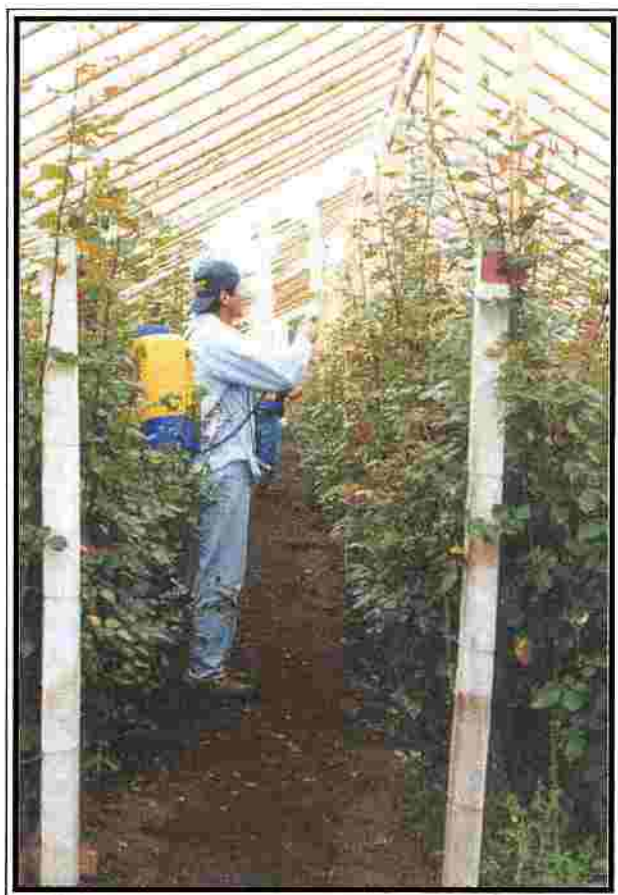


FIGURA 2
PLANTAS DE ROSAS CULTIVADAS BAJO TECHO,
AFECTADAS POR LA ROYA *Phragmidium* sp.

de las royas –por mencionar el triadimefon y triforin, entre otros- se desplazaron los fungicidas protectantes (Picado y Ramírez, 1998).

En el cultivo de rosas ha sido efectivo el uso de la resistencia genética para el manejo de la roya *Phragmidium* sp., por lo que el uso de fungicidas reviste de gran importancia. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue estimar la eficacia biológica del fungicida Metconazole SL para el manejo de la roya *Phragmidium* sp. en el cultivo de rosas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo para estimar la eficacia biológica del fungicida Metconazole SL en el manejo de la roya de la rosa (*Phragmidium* sp.), en parcelas de producción bajo techo fue establecido en la finca productora de flores, "Plantas y Flores S.A.", localizada en Cerro Punta, provincia de Chiriquí y una altitud aproximada de 1,850 msnm. Esta prueba se realizó en el período comprendido del 12 de julio al 23 de agosto de 1999.

La condición principal para la selección de las parcelas experimentales, previo al establecimiento del ensayo, fue la presencia de síntomas de royas (pústulas anaranjadas en el envés de folíolos) en el estrato medio de plantas de rosas (Figura 1).

El cultivo de rosas (*Rosa* sp.), en parcelas de producción bajo techos, se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. Metconazole SL 0.5 ml p.c./lt agua
2. Metconazole SL 1.0 ml p.c./lt agua
3. Metconazole SL 1.5 ml p.c./lt agua
4. Metconazole SL 2.0 ml p.c./lt agua
5. Testigo productor (Triforin 1.0 ml/lt agua)

El diseño experimental utilizado fue el de Bloque Completo al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de parcelas de 5 m de largo, con 0.75 m de ancho. El área efectiva correspondió a los 4 m² centrales (cinco plantas de rosas). Los promedios de los tratamientos fueron comparados mediante la prueba de significancia de Waller-Duncan.

Las plantas de rosas recibieron una poda sanitaria y en el área efectiva se evaluaron las siguientes variables:

- ❖ Incidencia de la enfermedad causada por la roya *Phragmidium* sp. (en porcentaje) de área foliar infectada. Para ello, se consideraron cinco (5) plantas de la parcela efectiva.
- ❖ Severidad de la enfermedad. Se considera que para mayor precisión de la estimación de la severidad, se obtiene cuantificando el

número de lesiones de royas por foliolo. En este ensayo, por unidad experimental, se tomaron cinco foliolos del estrato medio de cinco plantas.

Con los valores de siete lecturas semanales de incidencia y severidad, se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC). Esta fue la base para los análisis estadísticos respectivos.

Las aplicaciones del Metconazole SL se realizaron cada ocho (8) días posteriores a las evaluaciones del desarrollo epidemiológico de la enfermedad. Con el microscopio de luz se observaron las fases reproductoras (uredosporas y teliosporas) de la roya de las rosas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los valores calculados del AUDPC considerando las lecturas de incidencia y severidad. En ambas variables se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) para la fuente de variación de fungicidas. Al comparar las medias de los valores del AUDPC obtenidos del número de plantas con royas y del número de foliolos con lesiones de roya, se detecta que con las aplicaciones del fungicida Metconazole SL se obtienen valores promedios del AUDPC similares ($CV=9.10$ y 20.9% , respectivamente); difiriendo estadísticamente con

los valores promedios del AUDPC calculados en las parcelas de rosas manejadas con el fungicida Triforin.

En total se realizaron seis aplicaciones del fungicida Metconazole SL y en las parcelas testigos del productor se realizaron siete aplicaciones de Triforin. Las aplicaciones de Metconazole SL a razón de 2.0 ml pc/lit agua manifestaron los menores valores promedios del AUDPC, tanto para el parámetro incidencia (2730) como severidad (17). El mayor valor promedio del AUDPC de 2870, incidencia de la enfermedad, se obtuvo en las parcelas de rosas con aplicaciones del fungicida, en dosis de 0.5 ml pc/lit agua (Figura 3).

Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre sí. En las parcelas donde se aplicó el fungicida Triforin, el valor promedio del AUDPC fue de 3448; el cual difiere estadísticamente con las aplicaciones de Metconazole SL.

Respecto a los valores del AUDPC, calculados basándose en el registro semanal de lesiones por foliolos, el mayor valor promedio del AUDPC calculado fue de 22, obtenido en la parcela con aplicaciones del Metconazole SL a razón de 0.5 ml pc/lit de agua, aunque no fue significativo ($P > 0.05$) en comparación al resto de las dosis del mismo producto. Por otro lado, si difieren estadísticamente de las aplicaciones del fungicida Triforin, el

CUADRO 1. COMPORTAMIENTO DE LA EPIDEMIA DE ROYA ANTE DIFERENTES DOSIS DEL FUNGICIDA METCONAZOLE APLICADO EN ROSAS CULTIVADAS BAJO TECHO. CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1999.

Fungicidas (pc/lit agua)	AUDPC (plantas con roya)	AUDPC (lesiones/folículo)
Metconazole SL 2.0 ml	2730 a	17 a
Metconazole SL 1.5 ml	2800 a	18 a
Metconazole SL 1.0 ml	2800 a	18 a
Metconazole SL 0.5 ml	2870 a	22 a
Triforin 1.0 ml	3448 b	32 b

^{1/} Promedios con la misma letra dentro de columnas son similares estadísticamente ($P>0.05$), según la prueba de diferenciación de medias de Waller-Duncan.

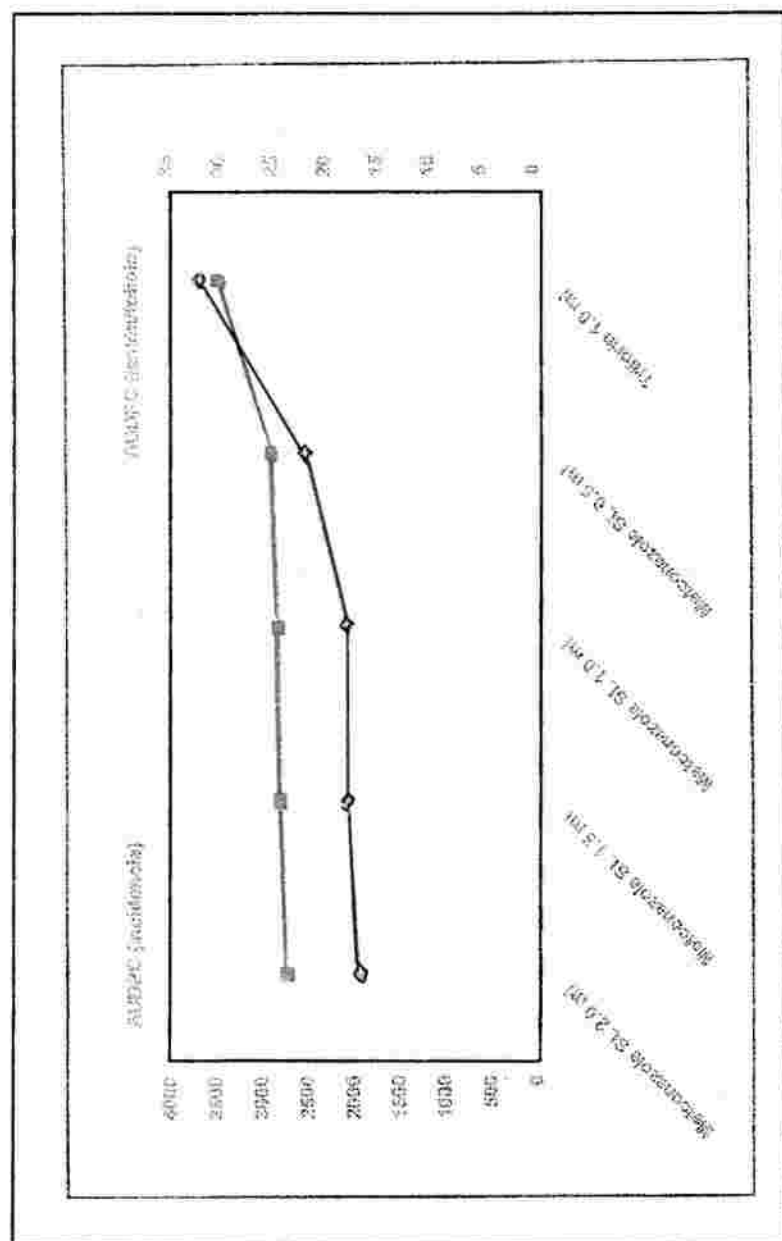


FIGURA 3
COMPORTAMIENTO DEL FUNGICIDA METCONAZOLE SL
EN LA EPIDEMIA DE LA ROYA DE LA ROSA, CULTIVADA BAJO TECHO.
CERRO PUNTA, PANAMÁ. 1999.

CONCLUSIONES

- ❖ La incidencia y severidad de la roya fueron menores con la aplicación del fungicida Metconazole SL que con Triforin.
- ❖ Con las aplicaciones del fungicida Metconazole SL a diversas dosis evaluadas, los parámetros: plantas con royas (incidencia), número de lesiones por folíolos (severidad) y su correspondiente cálculo del AUDPC fueron menores, comparadas con el comportamiento de la roya en las parcelas manejadas con el fungicida del productor.
- ❖ Se detectó visualmente en el campo y en los laboratorios (microscópicamente) la acción del fungicida estudiado sobre las uredosporas de *Phragmidium* sp., interrumpiendo el ciclo biológico de este fitopatógeno.
- ❖ El comportamiento similar de la epidemia de roya en parcelas de rosas manejadas con Metconazole SL en diversas dosis, permite sugerir que la menor dosis, 0.5 ml pc/ml de agua, es la más apropiada en términos biológicos (supresión de la enfermedad) y económicos, por reducción de dosis.
- ❖ Se recomienda implementar el manejo de la roya de las rosas, *Phragmidium* sp., en parcelas de producción comerciales bajo techo, asegurando que con las aplicaciones del fungicida se logre una buena cobertura de plantas y dirigidas al envés de los folíolos del estrato medio.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. 1995. Fitopatología. Versión autorizada en español de la obra Plant Pathology. 3 ed. Editorial Limusa, UTEHA. Grupo Noriega Editores. pp. 469-472.
- CUMMINS, G.; HIRATSUKA, Y. 1983. Illustrated genera of rust fungi. Universität Tübingen. Published by the American Phytopathological Society. pp. 122-123.
- HORST, R. K. 1983. Compendium of rose diseases. Published by American Phytopathological Society. 50 p.
- PICADO, J. L.; RAMIREZ, F. 1998. Guía de agroquímicos. 1a ed. Publicado por desarrollo y registro de agroquímicos, S.A. y Agrocontinental, S. A., San José, Costa Rica. pp. 226-234.

**EFFECTO DE LA PODA E INSECTICIDAS EN EL MANEJO DE LAS
PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo*).
LOS SANTOS, PANAMÁ, 1998**

Román Gordón M¹, Jorge Franco ², Andrés González ² y José Guerra³

RESUMEN

Se estableció un ensayo para medir la efectividad de insecticidas, así como el efecto que tiene la poda de las guías sobre la población de los principales insectos que atacan el cultivo de melón (*Cucumis melo*). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial 6x2, y cuatro repeticiones. Los insecticidas evaluados fueron el endosulfan, tiociclam hidrogenona, pimetrozina, acetamiprid, teflubenzurón, tefubenzozide y una parcela testigo. El otro factor que se evaluó fue la poda de las guías del melón. Los resultados de este ensayo indicaron una tendencia a reducir la población de áfidos (*Aphis gossypii*) en la parcelas en que se podó las guías. En cuanto al número de moscas blancas (*Bemisia tabaci*) por hoja, no se observó una tendencia tan clara. Los insecticidas que presentaron mejor control de los áfidos fueron el acetamiprid seguido por la pimetrozina, los cuales tuvieron un buen control de moscas blancas. El tiociclam controló mejor las moscas blancas y no los áfidos. Tanto el teflubenzurón, tefubenzozide como el acetamiprid controlaron eficazmente el barrenador del fruto del melón.

PALABRAS CLAVES: *Cucumis melo*; poda; enfermedades y plagas; insecticidas, control químico.

**EFFECT OF THE PRUNING AND INSECTICIDES ON THE HANDLING
OF THE PRINCIPAL PESTS OF THE MELON CULTIVATION (*Cucumis melo*).
LOS SANTOS, PANAMA, 1998**

It was established a trial in order to measure insecticides effectiveness and the effect of pruning the guides of the melon cultivation (*Cucumis melo*). The experimental design was a completely randomized block design with a 6 x 2 factorial arrangement with four repeti-

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc., Entomología; ² Agrónomo; ³ Ing. Agrónomo, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá.

tions. Insecticides were endosulfan, tiociclan hidrogenona, pimetozina, acetamiprid, teflubenzuron, tefubenzozide and a control plot. The second factor was the pruning of the guides of the melon plant. Results indicated a tendency of reducing aphid populations (*Aphis gossypii*) in which the guides were pruned. About the number of white flies (*Bemisia tabaci*) per leaf, it was not observed a clear tendency. Insecticides with best aphid and white flies control were acetamiprid followed by pimetozina. Tiociclan controlled well white flies but not aphids. Teflubenzuron, tefubenzozide and acetamiprid controlled efficiently the driller of the fruit.

INTRODUCCIÓN

El auge en las siembras del cultivo de melón (*Cucumis melo*), en los últimos años, ha incrementado los problemas fitosanitarios del mismo, lo cual conlleva a la utilización intensiva de agroquímicos y, en especial, los insecticidas. Como consecuencia, cada año se agudizan los problemas en el control de insectos, en especial, el de los áfidos (*Aphis gossypii*), a tal punto que en las siembras de los últimos tres años se aplicaron hasta dos veces por semana, totalizando al final de la campaña de 12 a 15 aspersiones con insecticidas.

La poda de las guías del cultivo de melón es una práctica agronómica que ha sido recomendada por el IDIAP debido a que ha contribuido en el aumento del rendimiento de cajas exportables por unidad de área (González, 1996). Este aumento se atribuye básicamente al mejor arreglo espacial de las plantas, lográndose un mayor número de plantas por hectárea. Obser-

vaciones preliminares en parcelas con esta práctica sugieren un menor número de insectos, ya que al cortar los extremos de las guías, se elimina el hábitat de algunos de los principales insectos de este cultivo (*Bemisia tabaci* y *Diaphania hyalinata*).

Gordón (1995) encontró que insecticidas a base de endosulfan y extractos del árbol de Nim ejercieron un buen control de los áfidos en aplicaciones semanales. Este mismo autor encontró en 1997 que el endosulfan y pimetozina controlaron los áfidos con buenos resultados. Esto indica que es posible controlar este insecto con productos de venta en el mercado nacional. Cabe señalar que Gordón y Franco (1990) encontraron que en las siembras tardías (finales de enero) el control de áfidos no se puede realizar con estos insecticidas.

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 (*B. tabaci*), el cual ha sido de difícil control con los insecticidas hasta ahora utilizados por los productores. Ante esta problemática, es necesario encontrar productos que puedan ser incluidos en un programa de Manejo Integrado de Plagas. Estos deben ser efectivos en el control de la plaga principal, pero a la vez no deben ser tóxicos a los enemigos naturales de las plagas ni dejar residuos contaminantes en los frutos que afecten al hombre.

Los objetivos de este ensayo incluyen determinar el efecto de la poda sobre la incidencia de las principales plagas de este cultivo y evaluar nuevos ingredientes activos que posean la caracte-

rística de ser inocuos a los enemigos naturales y de baja persistencia en el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo Experimental del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero, distrito de Los Santos, provincia de Los Santos. El mismo está ubicado a 7° 56' 38" latitud Norte y 80° 25' 01" longitud Oeste, a 20 msnm.

El diseño experimental consistió de Bloques al Azar, con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial 6x2. En el ensayo se evaluaron dos factores: 1) Manejo (poda de las guías terminales) (con y sin poda) y 2) Tratamiento (seis insecticidas) (Cuadro 1).

CUADRO 1. TRATAMIENTOS Y DOSIS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE INSECTOS DEL CULTIVO DE MELÓN, LOS SANTOS, 1998.

TRATAMIENTOS	Nombre Comercial	Dosis g/ha
Poda		
1. endosulfan	Thiodan	750
2. pimetozina	Chess 25 WP	250
3. acetamiprid	Rescate	75
4. tiociclam H	Evisect S 50	250
5. teflubenzurón	Nomolt 15 SC	22.5
6. pimetozina	Chess 25 WP	250
7. teflubenzurón	Mimic 2F	60
8. Testigo		
Sin poda		
9. endosulfan	Thiodan 35 CE	750
10. pimetozina	Chess 25 WP	250
11. acetamiprid	Rescate	75
12. tiociclam H	Evisect S 50	250
13. teflubenzurón	Nomolt 15 SC	22.5
14. pimetozina	Chess 25 WP	250
15. teflubenzurón	Mimic 2F	60
16. Testigo		

Los insecticidas evaluados fueron: endosulfan, pimetrozina, acetamiprid, tiociclam hidrogenona, teflubenzurón, tefubenzozide y una parcela testigo. Los insecticidas a base de tefubenzozide y teflubenzurón se aplicaron para el control del gusano del fruto (cuando el muestreo indicó la presencia), mientras que el resto se aplicó para el control de áfidos y mosca blanca. La poda fue realizada en los tratamientos en donde el cultivo alcanzó la distancia de 1.50 m desde la base. Esta se realizó semanalmente, para mantener los surcos dentro de la distancia requerida. El cultivar utilizado fue la variedad Honey Dew Improved.

La parcela experimental consistió de un surco de 9.0 m de largo, separados a 2.50 m entre surcos. La parcela efectiva fue de 5.0 m de largo, para lo cual se dejó 2.0 m a cada extremo de la parcela experimental. Este ensayo fue realizado durante la época seca de 1998 (enero-abril).

La preparación del suelo consistió en un pase de arado y seis pases de rastro tratando de dejar los terrones lo más desmenuzados posible. Para el control de malezas se hizo una aplicación de glifosato, a razón de 1.64 kg i.a./ha, con posteriores deshierbes manuales por escapes en el control de algunas malezas.

El abonamiento consistió en la aplicación de 545 kg/ha de la fórmula 15-30-8,

aplicado a los ocho días después de la siembra (DDS). Posteriormente, a los 21, 25 y 30 días de la siembra se aplicó 136 kg de N/ha en forma de urea (45.4 kg/aplicación).

Se realizó un muestreo antes de la aplicación de los tratamientos y otro posterior a la aspersión de los mismos, con un total de 14 muestreos a lo largo del experimento. Los datos obtenidos se transformaron utilizando el método de la raíz cuadrada más un medio. A cada muestreo se realizó un análisis de varianza y las medias se separaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan.

El muestreo de áfidos consistió en tomar 20 hojas de los primeros 50 cm desde la base de la planta en cada unidad experimental. Se realizó un conteo del número de hojas colonizadas por estos insectos, transformando estos datos a porcentaje de hojas colonizadas. Para diferenciar el ataque de áfidos entre los tratamientos, se procedió a calificar la intensidad del ataque, con base en el porcentaje de la hoja que estaba ocupada por los áfidos. La escala constaba de tres categorías y los valores fueron los siguientes: a) menos del 25%; b) entre 25 a 75%; y c) más del 75%.

Para el muestreo de las moscas blancas se tomaron al azar 20 hojas del medio y se contó el número de insectos presentes en el envés de las

hojas. En el caso del gusano del fruto, se contó el número de frutos barrenados superficialmente por el insecto al momento de la cosecha. Para el análisis estadístico de todos los datos de poblaciones de insectos, los mismos fueron transformados a la raíz cuadrada más un medio.

Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron seis aspersiones de los insecticidas para el control de áfidos y mosca blanca (10, 17, 28, 37, 45 y 52 DDS) y dos aspersiones de los insecticidas para el control de *D. hyalinata* (36 y 43 DDS). Estos tratamientos se aplicaron individualmente. La primera aplicación de los insecticidas se realizó el 9 de enero, las siguientes aspersiones se realizaron de acuerdo a los muestreos realizados cada semana.

Se realizaron tres 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, el total del rendimiento y el número de frutos que se obtuvo en tres cosechas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del rendimiento, número de plantas y frutos cosechados según tratamientos se observan en el Cuadro 2. El cálculo del rendimiento de frutas (peso), plantas y frutas/ha en los primeros seis tratamientos se

realizó usando el área efectiva incluyendo la poda (7.5 m^2); para el resto de los tratamientos (7 al 12) se utilizó el área de 12.5 m^2 (sin poda).

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas para el efecto de los insecticidas y poda, mientras que para la interacción poda por insecticidas no se observó significancia (Cuadro 3).

Efecto en el Rendimiento

Para determinar el efecto de los insecticidas sobre el rendimiento y las variables de respuesta se obtuvo el promedio a través de las podas. Debido al fuerte ataque de moscas blancas y áfidos desde el inicio de la siembra, las parcelas en donde se aplicaron los insecticidas a base de acetamiprid y pimetrozina junto al tefubenoazide, fueron los tratamientos que tuvieron rendimientos superiores a las 40 t/ha. Estos dos tratamientos superaron significativamente al resto de los tratamientos evaluados. La parcela testigo fue la de menor rendimiento con un promedio de 2.8 t/ha (Cuadro 4).

Para todas las otras variables se encontró la misma respuesta, es decir los insecticidas a base de acetamiprid y pimetrozina fueron los tratamientos con mejor respuesta agronómica.

El efecto de poda fue altamente significativo cuando se tomó en cuenta las

CUADRO 2. VALORES DEL RENDIMIENTO, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², PESO DE FRUTA Y NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. LOS SANTOS, 1998.

Tratamientos	Rend. (kg/m ²)	Plantas/m ²	Frutos/planta	Peso de fruto (kg)	Frutos/planta	Rend. (t/ha)	Plantas/m ²	Frutos/planta
Podá								
pim y teflub	59.5	3.56	4.10	1.454	1.06	3.57	2.32	4.6
acetam ip ric	50.4	3.90	3.12	1.428	0.92	3.02	2.34	4.6
iloc y teflub	38.1	3.03	3.32	1.114	0.87	3.28	2.30	4.6
pim etiozina	34.2	3.73	3.03	1.171	0.83	3.11	2.34	4.6
endosulfan	34.1	3.37	3.06	1.257	0.86	3.05	2.02	4.6
Testigo	3.4	3.53	3.50	3.225	0.16	3.2	2.15	4.6
Sin podá								
acetam ip ric	30.2	2.02	2.08	1.484	1.04			
pim y teflub	29.3	2.30	2.12	1.366	0.92			
pim etiozina	27.8	2.00	1.88	1.455	0.94			
endosulfan	21.8	2.22	1.92	1.130	0.87			
iloc y teflub	15.4	2.22	1.46	1.000	0.68			
Testigo	0.3	2.10	0.02	0.400	0.01			

a = Se refiere al cálculo realizado tomando en cuenta las áreas de 7.5 y 12.5 m².
 b = Se refiere al cálculo realizado tomando en cuenta el área de 12.5 m².
 = pim etiozina y teflubetozide = locosiam hidrogenona y teflubetozurón

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS DEL RENDIMIENTO POR HECTÁREA, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², PESO DE FRUTA Y FRUTOS/PLANTAS. LOS SANTOS, 1998.

		Cuadros Medios										
F. de V.	g.l.	Rend	Plam ²	Frutalm ²	Peso fruto	Fruta/planta	% Fruta picada	Rend	Plam ²	Frutalm ²		
		A						B				
Rep	3	273.8**	0.199 ^{ns}	0.972 ^{ns}	0.240 ^{ns}	0.094 ^{ns}	0.003 ^{ns}	171.4**	0.138 ^{ns}	0.488 ^{ns}		
Insecticida	5	1697.6**	0.112 ^{ns}	7.851**	1.420**	0.094**	0.0065*	951.0**	0.056 ^{ns}	4.519**		
Poda	1	3193.9**	30.41**	21.87**	0.022 ^{ns}	0.023 ^{ns}	0.0013 ^{ns}	25.7 ^{ns}	0.112 ^{ns}	0.389 ^{ns}		
Inx x Poda	5	188.4*	0.126 ^{ns}	0.558 ^{ns}	0.049 ^{ns}	0.038 ^{ns}	0.0027 ^{ns}	55.4 ^{ns}	0.054 ^{ns}	0.140 ^{ns}		
Error	33	71.9	0.188	0.373	0.109	0.042	0.0026	40.3	0.084	0.168		
C.V		29.3	14.7	27.1	29.7	26.7	6.8	29.4	13.2	24.5		

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

a = Se refiere al cálculo realizado tomando en cuenta las áreas de 7.5 y 12.5 m².

b = Se refiere al cálculo realizado tomando en cuenta el área de 12.5 m².

^{ns} diferencias no significativas.

CUADRO 4. VALORES DEL RENDIMIENTO, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², PESO DE FRUTA Y NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA, SEGÚN INSECTICIDAS. LOS SANTOS, 1998.

Tratamientos	Rend (t/ha)	a			Peso fruto (kg)	Frutos/ planta	Rend (t/ha)	b		
		Plantas/ m ²	Frutas/ m ²	Frutas/ planta				Plantas/ m ²	Frutas/ m ²	Frutas/ m ²
pim. y tefub. ¹	44.4	3.08	3.11	0.99	1.410	0.99	32.5	2.31	2.29	2.29
acetamiprid	40.3	2.96	2.81	0.97	1.451	0.97	30.2	2.18	2.10	2.10
tloc. y tefub. ²	31.5	2.88	2.45	0.88	1.314	0.88	24.5	2.13	1.84	1.84
pimetrozina	27.9	2.79	2.44	0.88	1.144	0.88	21.1	2.12	1.85	1.85
endosulfan	26.7	3.08	2.40	0.77	1.057	0.77	19.1	2.29	1.73	1.73
Testigo	2.8	2.87	0.31	0.08	0.313	0.08	1.8	2.14	0.19	0.19

¹ = pimetrozina y tefubenzozide

² = tlociam hidrogenona y tefubenzuron

a = Se refiere al calculo realizado tomando en cuenta las áreas de 7.5 y 12.5 m²

b = Se refiere al calculo realizado tomando en cuenta el área de 12.5 m²

diferencias entre el área efectiva de los tratamientos con poda (Cuadro 3). Para el análisis del efecto de los insectos sobre las plantas podadas se calculó el rendimiento de todos los tratamientos tomando como área efectiva 12.5 m² para todos los tratamientos (1 al 12). De utilizar el área de 7.5 m² (para los tratamientos con poda) en este análisis, el resultado se confunde o distorsiona por el efecto que tiene el mayor rendimiento, debido al mayor número de plantas cosechadas por hectárea en las parcelas podadas. El análisis de este nuevo rendimiento indicó que no hubo diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos podados comparados con las que no se podaron (Cuadro 3).

Control de Áfidos

Las primeras colonias de *A. gossypii* se presentaron a finales del mes de enero. A partir de esta fecha las poblaciones de este insecto fueron aumentando hasta alcanzar valores cerca al 100% de hojas afectadas en las parcelas testigos. En los tratamientos con el mejor control el porcentaje de hojas colonizadas por los áfidos no superó el 5% (Figura 1).

En general, se observó a través de todos los muestreos una tendencia marcada de una mayor presencia de áfidos en la parcelas sin poda (Figura 1).

Al realizar el análisis estadístico se encontró que hubo diferencias estadísticas al 1 y 10% en los muestreos realizados el 29 de enero y el 12 de febrero, respectivamente; mientras que en el resto de los muestreos, a pesar de que el muestreo en las parcelas podadas era menor, los mismos no difirieron estadísticamente de la parcela sin poda (Cuadro 5). En estos dos muestreos las parcelas con poda tuvieron una cantidad menor.

Los dos tratamientos que incluyeron la pimetrozina y el tratamiento a base de acetamiprid fueron los que presentaron un mejor control (poblaciones más bajas) de los áfidos en todos los muestreos. El tratamiento a base de endosulfan presentó poblaciones bajas, pero mayores a los tratamientos antes mencionados. En las parcelas testigos el ataque fue tan alto, que no permitió a la planta rendir frutos comerciales. Al analizar la intensidad de colonización o porcentaje de la hoja ocupada o colonizada por estos insectos se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos a base de acetamiprid, pimetrozina y endosulfan con el resto de los tratamientos (Cuadro 5).

En relación al acetamiprid y pimetrozina se observó que el porcentaje de cobertura no superó el 5% en todo el período del cultivo, lo que indica su alta eficien-

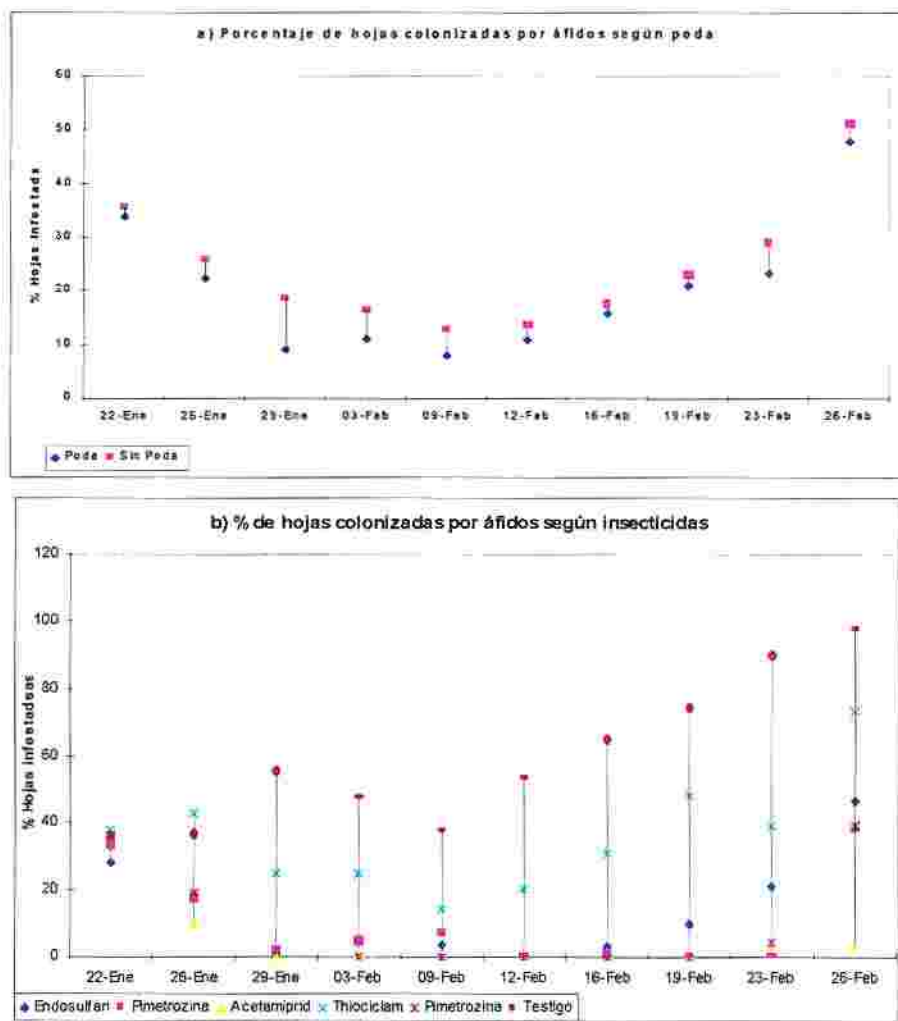


FIGURA 1
PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS SEGÚN
SISTEMA DE PODA (A) E INSECTICIDAS (B).

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS EN EL CULTIVO DE MELÓN SEGÚN MUESTREOS, LOS SANTOS, PANAMÁ, 1998.

F. de V.	Cuadros Medios					Error	C.V. (%)
	Rep	Insecticidas	Poda	Ins. x Poda			
g.l.	3	5	1	5	47		
22 Ene	0.0114*	0.0028 ^{ns}	0.0011 ^{ns}	0.0052 ^{ns}	0.0031	0.0031	6.1
26 Ene	0.0006 ^{ns}	0.0422**	0.0057 ^{ns}	0.0038 ^{ns}	0.0066	0.0066	9.5
29 Ene	0.0034 ^{ns}	0.1316**	0.0349**	0.0118 ^{ns}	0.0019	0.0019	5.6
3 Feb	0.0074 ^{ns}	0.0947**	0.0114 ^{ns}	0.0066 ^{ns}	0.0059	0.0059	9.7
9 Feb	0.0034 ^{ns}	0.0541**	0.0115 ^{ns}	0.0024 ^{ns}	0.0101	0.0101	13.0
12 Feb	0.0032*	0.1265**	0.0039*	0.0044*	0.0014	0.0014	4.8
16 Feb	0.0089*	0.1770**	0.0017 ^{ns}	0.0011 ^{ns}	0.0043	0.0043	8.2
19 Feb	0.0065 ^{ns}	0.2439**	0.0010 ^{ns}	0.0034 ^{ns}	0.0038	0.0038	7.4
23 Feb	0.0013 ^{ns}	0.2670**	0.0128 ^{ns}	0.0054 ^{ns}	0.0074	0.0074	10.1
26 Feb	0.0353**	0.2173**	0.0038 ^{ns}	0.0028 ^{ns}	0.0058	0.0058	7.7

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

^{ns} diferencias no significativas.

cia en el control de los áfidos. Por el contrario, en las parcelas testigos, para el 19 de febrero, el porcentaje de la hoja cubierta por estos insectos fue mayor al 75%. Al realizar el último muestreo (26 de febrero), la población de áfidos se elevó en todos los tratamientos (incluyendo pimetrozina y endosulfan) a excepción del aceta-miprid. En la Figura 2 se observa que a medida que avanza el tiempo, el porcentaje de hojas con menos del 25% del área foliar colonizada fue disminuyendo, mientras que aumentó el porcentaje de hojas con grado 3 (>75%).

Control de Mosca Blanca

La *B. tabaci* fue la plaga que se presentó con mayor intensidad durante este año. Antes de los 10 DDS se presentaron los primeros adultos en la parcela experimental. Al igual que con las poblaciones de áfidos, el análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. No se observó diferencias estadísticas por el efecto de poda y la interacción de insecticida por poda (Cuadro 6).

En la Figura 3 se muestra el aumento de la población de este insecto con respecto al tiempo, en todos los tratamientos evaluados. La poda de las guías no afectó la población de estos insectos. En relación con los insecticidas evaluados se efectuó el análisis de separación

de Duncan en los muestreos realizados a partir del 19 de enero, ya que, los primeros tres muestreos no mostraron diferencias significativas. Estos identificaron o separaron dos o tres grupos por muestreo.

Al efectuar la interpretación global de este análisis se encontró que el insecticida a base de acetamiprid fue el mejor (100-0-0), seguido por los tratamientos a base de pimetrozina (55-45-0) y tiociclam hidrogenona (18-37-45). Hay que destacar que el insecticida a base de endosulfan (0-55-45) no estuvo ninguna vez en el grupo con menor número de mosca blanca por hoja, siendo este insecticida uno de los productos que mejor control había realizado en años anteriores (Cuadro 7).

Control de Gusano del Fruto

Para determinar la efectividad del control de gusano del fruto se evaluó el porcentaje de frutos barrenados por estos insectos al momento de la cosecha. Se realizó un muestreo de la presencia de larvas en los cogollos de las guías, pero las mismas fueron irregulares y no mostraron ninguna tendencia entre tratamientos. El análisis estadístico de estas características mostró diferencias significativas entre tratamientos; la poda y la interacción insecticida por poda no presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 1). Los tratamientos a base de teflubenzuron,

CUADRO 6. CUADRADOS MEDIOS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL NÚMERO DE MOSCA BLANCA POR HOJA EN EL CULTIVO DE MELÓN SEGÚN MUESTREOS, LOS SANTOS, PANAMÁ, 1998.

F. de V. g.l.	Cuadrados Medios					C.V. (%)
	Rep	Insecticida	Poda	Ins x Poda	Error	
	3	5	1	5	47	
9 Ene	0.2546*	0.0434 ^{n.s.}	0.0256 ^{n.s.}	0.0623 ^{n.s.}	0.0733	15.7
12 Ene	0.2201 ^{n.s.}	0.2342 ^{n.s.}	0.0036 ^{n.s.}	0.0276 ^{n.s.}	0.1289	30.2
15 Ene	0.2908*	0.0345 ^{n.s.}	0.2093 ^{n.s.}	0.0903 ^{n.s.}	0.4099	15.9
19 Ene	0.5551**	1.4501**	0.0127 ^{n.s.}	0.2087 ^{n.s.}	0.1442	22.1
22 Ene	0.1149 ^{n.s.}	0.2107**	0.0803 ^{n.s.}	0.0752 ^{n.s.}	0.0526	14.9
26 Ene	0.1269*	0.1027**	0.0081 ^{n.s.}	0.0055 ^{n.s.}	0.0367	15.9
29 Ene	0.3079 ^{n.s.}	1.3445**	0.0228 ^{n.s.}	0.0312 ^{n.s.}	0.1351	24.4
3 Feb	0.4226*	2.0191**	0.1851 ^{n.s.}	0.0283 ^{n.s.}	0.1433	18.9
9 Feb	0.0314 ^{n.s.}	1.2039**	0.0009 ^{n.s.}	0.0646 ^{n.s.}	0.1284	23.1
12 Feb	0.6641**	1.4624**	0.1235 ^{n.s.}	0.0292 ^{n.s.}	0.0724	11.6
16 Feb	0.1794*	0.8568**	0.0048 ^{n.s.}	0.0383 ^{n.s.}	0.0618	9.3
19 Feb	0.1695 ^{n.s.}	3.9902**	0.1148 ^{n.s.}	0.0552 ^{n.s.}	0.1848	13.4
23 Feb	0.8649 ^{n.s.}	3.5601**	0.0156 ^{n.s.}	0.7273 ^{n.s.}	0.4145	21.4
26 Feb	0.9306**	2.2169**	0.2484 ^{n.s.}	0.0764 ^{n.s.}	0.1201	12.1

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

^{n.s.} diferencias no significativas.

CUADRO 7. POSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS DE DUNCAN, EN RELACIÓN AL NÚMERO DE MOSCAS BLANCAS POR HOJA, LOS SANTOS, 1998.

Enero 1998				Febrero 1998						Tr	Porcentaje			
19	22	23	29	3	9	12	16	19	23		26	1	2	3
6	1	1	6	6	6	6	1	1	1	1	1	0	55	45
4	6	4	1	1	4	4	4	4	4	4	6	55	45	0
1	5	6	4	4	1	1	6	6	5	4		100	0	0
5	4	2	5	2	5	5	2	5	6	5		18	37	45
2	2	5	2	5	5	2	5	2	3	2		45	55	0
3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3		18	27	55

Tr=tratamientos 1. Endosulfan 2. Pimetrozina 3. Acetamiprid 4. Thiodan h. 5. Pimetrozina 6. Testigo

Tratamientos unidos por el mismo color no difieren significativamente entre sí.

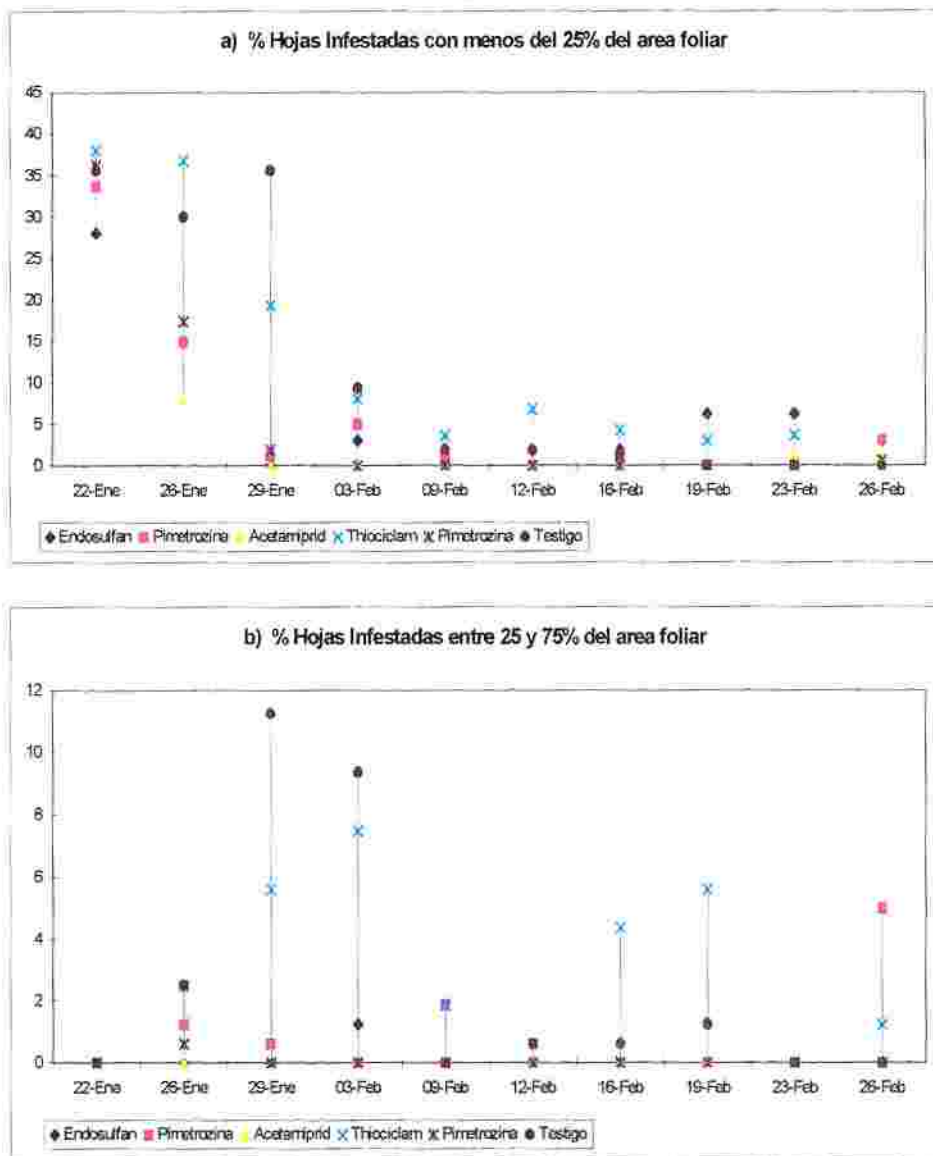


FIGURA 2
PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS SEGÚN CLASIFICACIÓN DE GRADO DE ATAQUE. LOS SANTOS, 1998.

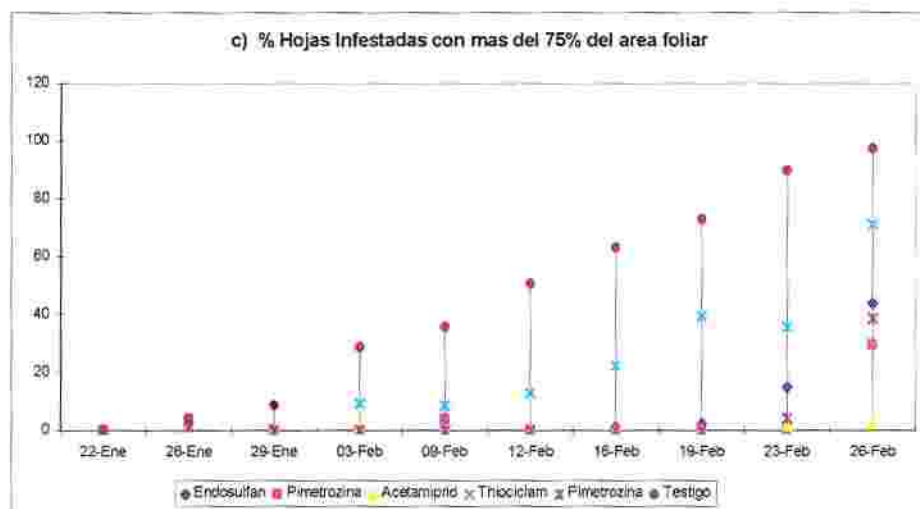


FIGURA 2
PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS
SEGÚN CLASIFICACIÓN (CONT.) DE GRADO DE ATAQUE.
LOS SANTOS, 1998.

CUADRO 8. PORCENTAJE DE FRUTAS
BARRENADAS POR EL GUSANO DEL FRUTO
Diaphania hyalinata EN MELÓN,
LOS SANTOS, 1998.

Insecticidas	% fruta picada		
	Poda	Sin Poda	Prom
1. Endosulfan	5.5	10.1	7.8
2. Pimetrozina	15.9	10.7	13.3
3. Acetamiprid	2.8	0.0	1.4
4. Teflubenzuron	1.9	2.4	2.1
5. Tefubenzozide	3.2	6.8	5.0
6. Testigo	11.1	0	5.5
Prom. incluyendo Testigo	6.74	5.0	
Prom. sin incluir testigo	5.86	6.0	

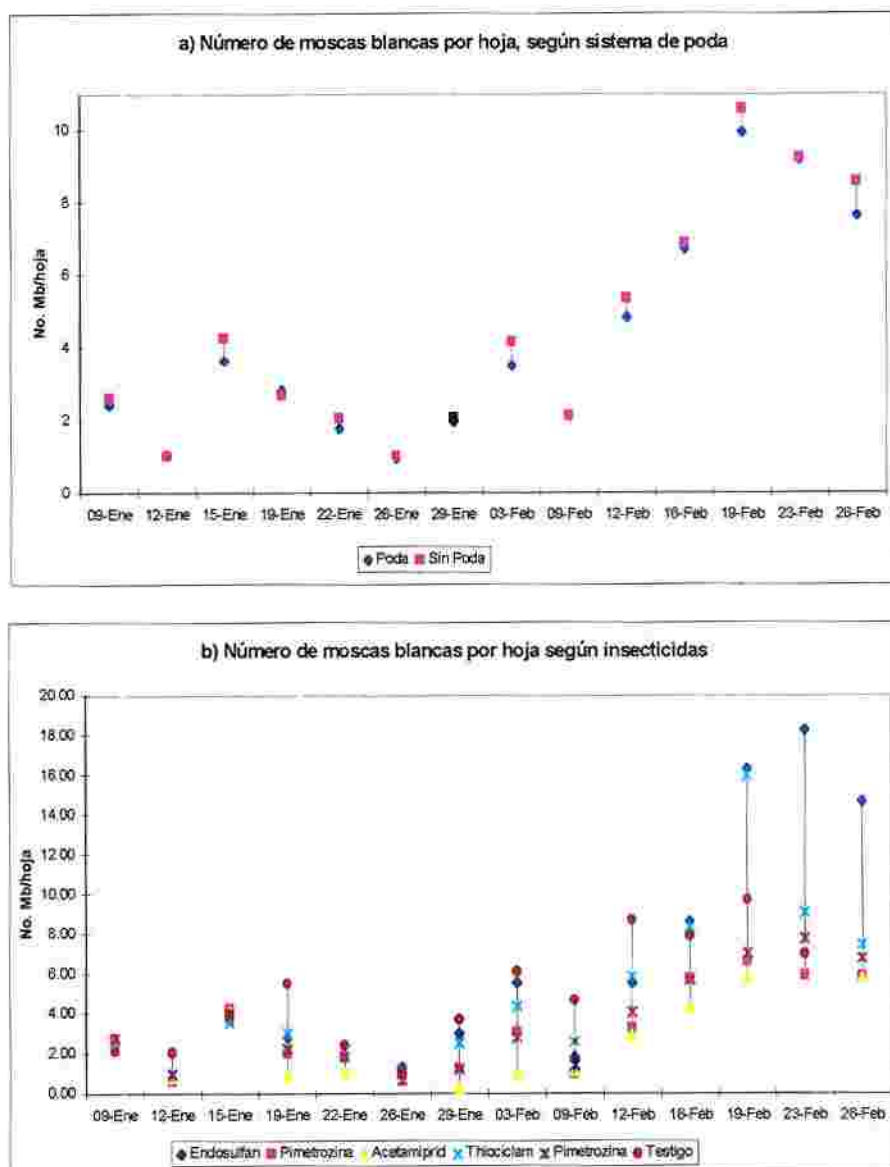


FIGURA 3
PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR MOSCA BLANCA
SEGÚN SISTEMA DE PODA (A) E INSECTICIDAS (B).

tefubenzozide presentaron los porcentajes más bajos de frutas picadas. El buen control de estos tres insecticidas se puede observar al comparar el porcentaje de fruta picada de las parcelas tratadas con pimetrozina (T y T). El tratamiento testigo sin poda presentó 0% de frutas barrenadas debido a que la planta no produjo frutos por el ataque de áfidos y mosca blanca, el otro tratamiento testigo (con poda) presentó 11% de daño. Las parcelas tratadas con endosulfan presentaron un control intermedio con 5.5 y 10.1% (Cuadro 8).

CONCLUSIONES

- ◆ La práctica de la poda de las de las guías del melón mostró una tendencia a reducir las poblaciones de áfidos y moscas blancas.
- ◆ Los insecticidas a base de acetamiprid y pimetrozina controlaron eficazmente los áfidos y las moscas blancas.
- ◆ El gusano del fruto fue controlado eficazmente por los insecticidas a base de teflubenzuron, tefubenzozide y acetamiprid.
- ◆ El endosulfan presentó una reducción en la eficacia del control de áfidos y moscas blancas, pero aún puede ser utilizado en programas del control de estas plagas.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ R.; OSORIO, N; CEDEÑO, M. 1996. Estudio de podas en guías en melón Tam Dew Improved, bajo riego por goteo. IDIAP.
- 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., 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.
- GORDÓN, R.; FRANCO, J; GUERRA J.; GONZÁLEZ, A. 1997. Evaluación de insecticidas químicos y biológicos en el cultivo de melón en la Región de Azuero, Panamá, 1996-97. 5 p.

MANEJO QUÍMICO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE MELÓN BAJO DOS SISTEMAS DE SIEMBRA. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1999

Román Gordón M¹., Jorge Franco ², Andrés González ² y Oscar Gutiérrez ²

RESUMEN

Se estableció un ensayo a finales de enero de 1999, para medir la efectividad de insecticidas, así como el efecto que tiene la poda de las guías sobre la población de los principales insectos que atacan el cultivo de melón. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones en un arreglo de parcelas divididas. Los insecticidas evaluados fueron el endosulfan, acetamiprid, piriproxifeno y tefubenzozide más una parcela testigo. El otro factor que se evaluó fue la poda de las guías del melón. Los resultados de este ensayo indicaron una leve tendencia de reducir la población de áfidos en las parcelas en que se podó las guías. En cuanto al número de moscas blancas por hoja no se observó esta tendencia. Los insecticidas que mejor control de áfidos presentaron fueron el acetamiprid seguido por endosulfan. Estos dos insecticidas también presentaron un buen control de moscas blancas. El piriproxifeno sólo controló a los áfidos en las primeras etapas del cultivo. El acetamiprid controló eficazmente el barrenador del fruto del melón.

PALABRAS CLAVES: *Cucumis melo*; plagas de plantas; *Aphis gossypii*; *Bemisia tabaci*; insecticida.

CHEMICAL HANDLING OF THE PRINCIPAL PESTS OF MELON CULTIVATION UNDER TWO SOWING SYSTEMS, LOS SANTOS, PANAMA, 1999.

The trial was established at the end of January of 1999, in order to measure the insecticide effectiveness and the effect of pruning of the guides on the populations of the principal pests of the melon cultivation. It was used a randomized complete block design with four repetitions in a split-plot arrangement. Evaluated insecticides were endosulfan, acetamiprid, piriproxifeno y tefubenzozide plus a control plot. The second factor was pruning of the guides of the melon plant. Results of this trial indicated a small tendency of reducing aphid populations on the plots in which the guides were pruned. About the number of white flies per leaf, it was not observed this tendency. The insecticides of best aphid control were acetamiprid followed by endosulfan. These two insecticides also showed good white fly control. Piriproxifeno only controlled aphids during the first stage of the cultivation. Acetamiprid controlled efficiently the driller of the melon fruit.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc., ² Agrónomo, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado el uso intensivo de insecticidas, en consecuencia, cada año se agudizan los problemas en el control de insectos y, en especial, el control de áfidos (*Aphis gossypii*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Esto induce a su vez, un mayor uso de estos plaguicidas, a tal punto, que en las siembras de los últimos años, algunos productores aplican hasta dos veces por semana, totalizando al final de la zafra de 12 a 15 aspersiones con estos químicos.

La poda de las guías del cultivo de melón es una práctica agronómica que ha sido recomendada por el IDIAP debido a que ha contribuido en el aumento del rendimiento de cajas exportables por unidad de área (González, 1996). Este aumento es atribuido básicamente al mejor arreglo espacial de las plantas, lográndose un mayor número de plantas por hectárea. Gordón y col. (1997) encontraron que las poblaciones de áfidos en parcelas podadas se mantuvieron por debajo de las poblaciones que en parcelas no podadas. Los datos encontrados para mosca blanca sugieren que la poda disminuyó la población de estos insectos.

Gordón (1997) encontró que insecticidas con ingredientes activos como pime-trozina y acetamiprid ejercieron un buen control de los áfidos en aplicaciones

semanales. Este mismo autor encontró en 1996, que el endosulfan y pime-trozina controlaron los áfidos con buenos resultados. Esto sugiere que es posible controlar este insecto con productos que se encuentran comercialmente en el mercado nacional. Cabe señalar que Gordón (1990) encontró en siembras tardías (finales de enero), que el control de áfidos no se puede realizar con estos insecticidas.

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar diferentes ingredientes activos, bajo dos sistemas de poda en el cultivo de melón.

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° 56.4' latitud Norte y 80° 25.0' longitud Oeste, a 20 msnm.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo de Parcelas Divididas (4x2). La parcela principal lo constituyó el sistema de poda y las subparcelas, los tratamientos con insecticidas. La unidad experimental consistió de un surco de 9.0 m de largo, separados a 2.50 m entre surcos. La parcela efectiva fue de 7.0 m de largo, para lo cual se dejó

1.0 m a cada extremo de la parcela experimental.

En el ensayo se evaluaron dos factores: Manejo, la poda o no de las guías terminales y el otro factor, cuatro tratamientos o insecticidas, para completar ocho tratamientos (Cuadro 1).

Los insecticidas evaluados fueron: endosulfan, acetamiprid, piriproxifeno, tefubenoazide. Adicional a los tratamientos, se dejó una parcela testigo (sin aplicación de plaguicida). El insecticida tefubenoazide se aplicó en el tratamiento 3, para el control del gusano del fruto, cuando el muestreo indicó su presencia. El resto de los insecticidas se aplicó para el control de áfidos, mosca blanca y gusano del fruto.

La poda fue realizada cuando el cultivo alcanzó la distancia de 1.50 m desde la base. Esta se hizo semanalmente para mantener los surcos con este tratamiento dentro de la distancia requerida. El cultivar utilizado fue la variedad Honey Dew Improved de la casa comercial Peto Seed.

La preparación del suelo consistió en un pase de arado y seis de rastra, tratando de dejar los terrones lo más desmenuzados posible. El abonamiento consistió en la aplicación de

545 kg/ha de la fórmula 15-30-8 a los 8 días después de la siembra (dds). Posteriormente, a los 21, 25 y 30 dds se aplicó 136 kg de N/ha en forma de urea (45.4 kg/aplicación). El control de malezas se realizó con una aplicación de Round up, a razón de 4.0 lt/ha, con posteriores deshierbas manuales por escapes en el control de algunas malezas.

Se realizó un muestreo antes de realizar la aplicación de los tratamientos y otro posterior a la aspersión de los mismos. En total, se efectuaron siete muestreos a lo largo del experimento. A cada muestreo se realizó un análisis de varianza y las medias se separaron utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE INSECTOS DEL CULTIVO DE MELÓN. LOS SANTOS, 1998.

Tratamientos	Nombre Comercial	Dosis g i.a./ha
Poda		
1. endosulfan	Thiodan 35 CE	750
2. acetamiprid	Rescate	75
3. piriproxifeno	Admiral 10 CE	20
tefubenoazide	Mimic 2F	60
4. Testigo		---
Sin poda		
5. endosulfan	Thiodan 35 CE	750
6. acetamiprid	Rescate	75
7. piriproxifeno	Admiral 10 CE	250
tefubenoazide	Mimic 2F	60
8. Testigo		---

El muestreo de áfidos consistió en tomar 20 hojas de los primeros 50 cm desde la base de la planta en cada unidad experimental. Se realizó un conteo del número de hojas colonizadas por estos insectos, transformando estos datos a porcentaje de hojas colonizadas. También se procedió a calificar la intensidad del ataque, para diferenciar el ataque entre los tratamientos. Para esto se utilizó una escala de calificar el ataque basándose en el porcentaje de la hoja que ocupan los áfidos. La escala utilizada constó de tres categorías y los valores fueron los siguientes: a) menos del 25%; b) entre 25 a 75%; y c) más del 75% de cobertura de la hoja.

Para el muestreo, se tomó al azar 20 hojas del medio y se contó el número de moscas blancas presentes en el envés de las mismas. En el caso del gusano del fruto, se contó el número de frutos barrenados superficialmente por el insecto al momento de la cosecha. Para el análisis estadístico de todos los datos de poblaciones de insectos, los mismos fueron transformados a la raíz cuadrada más un medio ($\sqrt{x} + 0.5$).

Durante todo el ciclo del cultivo se tres aspersiones de los insecticidas acetamiprid (20, 40 y 46 dds), endosulfan y piriproxifeno (20, 33 y 46 dds) y una aspersión de tefubenzozide (33 dds). La primera aplicación de los insecticidas se realizó el 24 de febrero.

Se realizaron tres cosechas en todo el período que duró el cultivo. Al momento de cada cosecha se contó el número de frutos cosechados, se registró el peso. Se pesaron los frutos picados por *Diaphania hyalinata* separados de los sanos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del rendimiento, número de plantas y frutos cosechados según tratamientos se observan en el Cuadro 2. El análisis estadístico realizado a los datos de rendimiento y otros componentes (plantas y frutos/m², frutos/planta) mostró diferencias altamente significativas para el efecto de los insecticidas y poda. Para la interacción poda por insecticidas se observó significancia para las variables rendimiento, número de plantas y frutos/m². Se debe indicar que a pesar de que esta fue significativa éste representa tan solo el 3.7% de la variabilidad total (Cuadro 3).

Efecto en el Rendimiento

Para determinar el efecto de los insecticidas sobre el rendimiento y las variables de respuesta se obtuvo el promedio a través del sistema de podas. Debido al fuerte ataque de moscas blancas y áfidos desde el inicio de la siembra, las parcelas en

CUADRO 2. RENDIMIENTO PROMEDIO, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², PESO DE FRUTA Y NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. LOS SANTOS, 1999.

Trat	Rend t/ha	Rend Sano	Rend Picado	Pla/m ²	Fru/m ²	Frutos/planta	Peso fru sano kg	Peso fru picado	% de perdida ²
Poda									
acetamiprid	43.40	39.19	4.21	3.88	3.47	0.89	1.24	1.33	9.7
endosulfan	29.47	18.33	11.14	3.36	2.43	0.73	1.24	1.16	37.8
pirip. y tefub. ¹	12.36	8.12	4.24	3.74	1.26	0.34	0.89	1.22	34.3
Testigo	0.00	0.00	0.00	3.38	0.06	0.00	0.00	0.00	---
	21.31	16.41	4.90	3.59	1.81	0.49	0.84	0.93	
Sin Poda									
acetamiprid	27.68	24.07	3.61	2.01	2.10	1.04	1.33	1.15	13.0
endosulfan	23.46	17.23	6.23	2.13	1.76	0.83	1.34	1.29	26.6
pirip. y tefub.	7.56	4.49	3.07	1.92	0.73	0.38	0.81	1.45	40.6
Testigo	0.70	0.00	0.70	2.10	0.05	0.03	0.00	1.22	100.0
	14.85	11.45	3.40	2.04	1.16	0.57	0.87	1.28	45.05

¹ = piriproxifeno y tefubenoazide

² Rendimiento perdido por ataque de *Diaphania*

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS DEL RENDIMIENTO POR HECTÁREA, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², PESO DE FRUTA Y FRUTOS POR PLANTA. LOS SANTOS, 1998.

F. de V.	Cuadrados Medios								
	g.l	Rend	%Fruto Picado	Rend Sano	planta/m ²	Frutos/m ²	Frutos/ planta	Peso fru sano	Peso fru picado
Poda	1	333.8**	8.94 ^{n.s}	197.1**	19.20**	3.181**	0.051*	0.005 ^{n.s}	0.029 ^{n.s}
Rep(Poda)	6	19.6	105.6	7.85	0.037	0.108	0.007	0.008	0.189
Insecticida	3	2015.1**	12038**	1547.7**	0.076 ^{n.s}	11.812**	1.456**	2.951**	0.021 ^{n.s}
Ins x Poda	3	93.3**	148.2 ^{n.s}	96.3*	0.231**	0.687**	0.006 ^{n.s}	0.015 ^{n.s}	0.067 ^{n.s}
Error	18	20.6	138.4	31.73	0.041	0.090	0.124	0.017	0.093
C.V		25.1	20.8	40.4	7.2	20.3	20.9	9.3	24.2

** * Se refiere a diferencias estadísticas al 1 y 5%
^{n.s} diferencias no significativas.

donde se aplicaron los insecticidas acetamiprid y endosulfan fueron los que registraron rendimientos superiores a las 25 t/ha. Estos dos tratamientos superaron significativamente al resto de los tratamientos evaluados. En las parcelas podadas se observó que el tratamiento de acetamiprid superó significativamente al de endosulfan, mientras que en las parcelas sin poda no difirieron estadísticamente, lo que sugiere la interacción positiva de los dos factores (Cuadro 2). La parcela testigo fue la de menor rendimiento con un promedio de 0.35 t/ha (Cuadro 4). Para todas las otras variables se encontró la misma respuesta, es decir, los insecticidas acetamiprid y endosulfan fueron los tratamientos con mejor respuesta agronómica.

Control de Áfidos

Las primeras colonias de *A. gossypii* se presentaron a mediados del mes de febrero. A partir de esta fecha, las poblaciones de este insecto fueron aumentando hasta alcanzar valores cerca al 100% de hojas afectadas en las parcelas testigos. En los tratamientos con el mejor control, el porcentaje de hojas colonizadas por los áfidos no superó el 20%. En general, se observó a través de todos los muestreos una tendencia hacia una mayor presencia de áfidos en las parcelas sin poda. Estas diferencias no fueron significativas en ninguno de los muestreos (Cuadro 5).

Los tratamientos que incluyeron el acetamiprid, piriproxifeno y endosulfan presentaron un buen control de los áfidos, en los muestreos realizados hasta los 40 dds (16 marzo). A partir de esa fecha, sólo el tratamiento de acetamiprid mantuvo baja las poblaciones de este insecto. En estos dos muestreos, la diferencia entre el acetamiprid y los otros tratamientos fue altamente significativa (Cuadro 6). Al analizar la intensidad de colonización o porcentaje de las hojas ocupadas o colonizadas por estos insectos, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de acetamiprid y endosulfan con el resto de los tratamientos.

En relación con el acetamiprid se observó que durante todo el ensayo, el porcentaje de colonización no superó el 20% de las hojas. Adicionalmente, esta colonización siempre fue menor del 25% de cobertura de las mismas. Esto indica su alta eficiencia en el control de los áfidos (Cuadro 6). En las parcelas testigos para el 10 de marzo el porcentaje de colonización de hojas por estos insectos fue de 82%. La alta población de estos insectos en las parcelas testigo dio por resultado que no se lograra la cosecha de ningún fruto comercial de las mismas. La población de áfidos al realizar el último muestreo (26 de marzo) se elevó en todos los tratamientos evaluados, con excepción del acetamiprid. El tratamiento de piriproxifeno logró mantener

CUADRO 4. VALORES DEL RENDIMIENTO, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², PESO DE FRUTA Y NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. LOS SANTOS, 1999.

Tratamientos	Rend		Rend Picado	Pl/m ²	Fr/m ²	Frutos/ planta	Peso fru		% de perdida
	tha	Sano					sano	picado	
acetamiprid	35.54	31.63	3.91	2.95	2.79	0.97	1.29	1.24	11.4
endosulfan	26.47	17.78	8.69	2.75	2.10	0.78	1.29	1.23	32.2
plnp. y tefub ¹	9.96	6.31	3.66	2.83	1.00	0.36	0.85	1.34	37.5
Testigo	0.35	0.00	0.35	2.74	0.06	0.02	0.00	0.61	100.0

¹ = piriproxifeno y tefubenzozide

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS EN EL CULTIVO DE MELÓN SEGÚN MUESTREOS. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1999.

F. de V.	g.l.	Cuadros Medios									
		19-Feb	23-Feb	26-Feb	10-Mar	16-Mar	23-Mar	26-Mar			
Poda	1	0.0009 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.0290 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0033 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.0001 ^{ns}			
Rep (Poda)	6	0.0013 ^{ns}	0.0087 ^{ns}	0.0155 ^{ns}	0.0121 ^{ns}	0.0071 ^{ns}	0.0010 ^{ns}	0.0013 ^{ns}			
Insecticida	3	0.0019 ^{ns}	0.0017 ^{ns}	0.0218 ^{ns}	0.2802 ^{**}	0.0924 ^{**}	0.0356 ^{**}	0.0545 ^{**}			
Ins x Poda	3	0.0001 ^{ns}	0.0029 ^{ns}	0.0115 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	0.0149 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.0002 ^{ns}			
Error	31	0.0021	0.0031	0.0141	0.0119	0.0084	0.0007	0.0011			
C.V.		6.2	6.8	14.3	12.3	9.1	2.0	3.0			

^{**} diferencias estadísticas al 5 y 1%, respectivamente

^{ns} diferencias no significativas.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS TOTAL Y SEGÚN CATEGORÍA EN EL ENSAYO DE CONTROL DE INSECTOS EN MELÓN, LOS SANTOS, 1999.

Insecticida	Categoría	19-Feb (15dds)	23-Feb (19 dds)	26-Feb (22 dds)	10-Mar (34 dds)	16-Mar (40 dds)	23-Mar (47 dds)	26-Mar (50 dds)
Testigo	<25	5.3	15.6	30.3	55.1	15.1	0.0	0.0
	25-75	0.0	0.0	1.0	26.0	16.8	2.5	0.0
	>75	0.0	0.0	0.0	1.0	25.8	97.5	100.0
	Total	5.3	15.6	31.3	82.1	57.6	100.0	100.0
acetamiprid	<25	3.0	15.6	9.4	6.3	15.0	17.5	0.9
	25-75	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
	>75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	3.0	15.6	9.4	6.3	17.5	17.5	0.9
endosulfan	<25	7.4	16.8	22.9	7.3	11.6	71.6	21.6
	25-75	0.0	0.0	1.0	0.0	2.5	6.8	0.9
	>75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	7.4	16.8	23.9	7.3	14.1	78.4	22.5
piriproxi-feno	<25	2.0	20.9	16.6	32.3	22.6	40.9	20.0
	25-75	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	17.5	18.4
	>75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	28.3	46.8
	Total	2.0	20.9	16.6	32.3	26.9	86.6	85.1

CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL NÚMERO DE MOSCA BLANCA POR HOJA EN EL CULTIVO DE MELÓN SEGÚN MUESTREOS. LOS SANTOS, 1999.

F. de V.	g.l.	Cuadrados Medios							
		19 Feb	23 Feb	26 Feb	10 Mar	16 Mar	23 Mar	26 Mar	
Poda	1	0.344	0.070	0.082	0.004	0.162	0.035	0.066	
Rep (Poda)	6	0.287	0.199	0.088	0.036	0.286	0.070	0.886	
Insecticida	3	0.113	0.374	0.425 ^x	0.029	0.178	0.521 ^{xx}	2.080 ^{xx}	
Ins x Poda	3	0.268	0.093	0.108	0.010	0.098	0.039	0.101	
Error	31	0.134	0.165	0.123	0.026	0.117	0.070	0.213	
C.V.		23.6	23.4	28.5	16.8	22.8	22.0	27.9	

^{xx} diferencias estadísticas al 5 y 1 %, respectivamente.

^{na} diferencias no significativas.

CUADRO 8. NÚMERO DE MOSCA BLANCA POR HOJA EN EL CULTIVO DE MELÓN SEGÚN MUESTREOS. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1999.

Insecticidas		19 Feb	23 Feb	26 Feb	10 Mar	16 Mar	23 Mar	26 Mar
		(15 dds)	(19 dds)	(22 dds)	(34 dds)	(40 dds)	(47 dds)	(50 dds)
Testigo		2.11	2.73	2.03	0.63	2.53	0.28	4.68
acetamiprid		1.91		0.65	0.41	1.48	1.16	0.58
endosulfan		2.72	2.88	0.95	0.34	1.45	1.77	1.67
pinproxi-feno		1.56	2.67	0.98	0.35	2.16	0.97	3.98

baja la población de áfidos al inicio del ensayo pero después del 23 de marzo la presión de esta plaga fue tan severa que no se pudo controlar con este insecticida, lo que trajo como consecuencia, el bajo rendimiento cosechado en estas parcelas.

Control de Mosca Blanca

La *B. tabaci* se presentó con menor intensidad que otros años; es posible que la gran cantidad de lluvia que se presentó en el mes de diciembre, contribuyó que a inicios del desarrollo de este cultivo no se presentara esta plaga. Después de los 15 dds se presentaron los primeros adultos en la parcela experimental. El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados en los muestreos del 23 y 26 de marzo, no se observó diferencias estadísticas por el efecto de poda y la interacción de estos dos factores en ninguno de los muestreos realizados (Cuadro 7).

Con relación a los insecticidas evaluados se realizó el análisis de separación de Duncan en los muestreos que presentaron diferencias significativas. En este análisis sobresalió el acetamiprid, seguido por el endosulfan y piriproxi-feno. La población mas alta se observó en las parcelas testigos. A pesar de

presentar diferencias significativas, la población de este insecto fue baja durante todo el ensayo, nunca sobrepasó el número de cinco moscas por hoja, por lo cual no se le puede considerar como limitante en los rendimientos obtenidos (Cuadro 8).

Control de Gusano del Fruto

El análisis estadístico del porcentaje de frutos barrenados por *D. hyalinata* indicó que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 3). Este año el gusano del fruto causó grandes pérdidas en el rendimiento del melón. El Cuadro 9 muestra que el insecticida acetamiprid fue el que presentó el menor porcentaje de pérdidas (12.1%). Tanto el tratamiento a base de tefubenzozide como endosulfan tuvieron pérdidas de 28.0 y 33.5%, respectivamente. En el testigo todas los frutos fueron picados por este insecto.

El porcentaje de fruta picada está muy relacionado con el porcentaje de rendimiento perdido por este daño. En el Cuadro 9 se observa que el menor porcentaje de fruta picada se observó en el tratamiento de acetamiprid. Con relación al sistema de siembra, es decir, con respecto a la poda, no se observó ninguna tendencia de que esta práctica reduzca la incidencia del ataque de insectos.

CUADRO 9. PORCENTAJE DE FRUTAS BARRENADAS POR EL GUSANO DEL FRUTO *Diaphania hyalinata* EN MELÓN. LOS SANTOS, 1999.

Insecticidas	% fruta picada		
	Poda	Sin Poda	Prom
1. Acetamiprid	14.4	9.9	12.1
2. Endosulfan	26.8	40.3	33.5
3. Tefubenzozide	30.5	25.6	28.0
6. Testigo	---	100.0	100.0
Prom sin testigo	23.9	25.3	

CONCLUSIONES

- ◆ La práctica de la poda de las de las guías del melón presentó una leve tendencia de reducir las poblaciones de áfidos.
- ◆ Los insecticidas acetamiprid y endosulfan controlaron eficazmente los áfidos y las moscas blancas.
- ◆ El gusano del fruto fue controlado eficazmente por el insecticida acetamiprid.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ R., N. OSORIO Y M. CEDEÑO. 1996. Estudio de podas en guías en melón Tam Dew Improved. bajo riego por goteo. IDIAP. (En Edición).
- 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.; 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).

GORDÓN, R.; FRANCO, J.; GUERRA, J.; GONZÁLEZ, A. 1996. Evaluación de insecticidas químicos y biológicos en el cultivo de melón en la Región de Azuero, Panamá, 1995-96. 6 p. (En Edición).

GORDÓN, R.; FRANCO, J.; GUERRA, J.; GONZÁLEZ, A. 1997. Efecto de la poda e insecticidas en el control de las principales plagas del cultivo de Melón, Los Santos, Panamá, 1997. 5 p. (En edición).

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE PLANTAS
DE LOS CULTIVARES DE MAÍZ P-9490, CB-HS-8GM2 Y
X-1358K. AZUERO, PANAMÁ, 1998.**

Román Gordón M.¹; Andrés González²; Jorge Franco²

RESUMEN

Se establecieron tres ensayos ubicados en tres áreas productoras de maíz de la Región de Azuero. El objetivo de este ensayo fue el de evaluar la respuesta de tres cultivares comerciales de maíz a la densidad de plantas. Los cultivares evaluados fueron el nuevo híbrido nacional P-9490 (IDIAP) y los híbridos importados CB-HS-8GM2 (Cristiani Burkard) y X-1358K (Pioneer). El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones en un arreglo de parcelas divididas. 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 Santo Domingo, mientras que, los más bajos se ubicaron en Paraíso de Las Tablas. Se encontró que para el P-9490 la población que optimizó los rendimientos oscila entre 5.47 a 9.54 plantas/m², mientras que para el CB-HS-8GM2 estos valores oscilaron entre 6.84 a 8.84 plantas/m². El híbrido X-1358K varió entre 8.28 a 9.22 plantas/m². El análisis combinado de las tres localidades indicó que la población óptima de los tres híbridos fue de 7.95, 6.46 y 8.72 plantas/m² para los híbridos CB-HS-8GM2, P-9490 y X-1358K, respectivamente ($R^2 = 0.88, 0.78$ y 0.87 , para cada regresión).

PALABRAS CLAVES: *Zea mays*; espaciamiento; variedades; fitomejoramiento; Panamá.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc., ² Agrónomo, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá.

DETERMINATION OF THE OPTIMUM PLANT DENSITY OF CORN CULTIVATIONS, P-9490, CB-HS-8GM2 AND X-1358K. AZUERO, PANAMA, 1998.

There were established three corn trails located in three corn producing areas of the Azuero region. The objective of the study was to evaluate the response of three commercial corn cultivations to the plant densities. Corn cultivations were: new national hybrid P-9490 (IDIAP) and two imported hybrids CB-HS-8GM2 (Cristiani Burkard) and X-1358K (Pioneer). The experimental design used was completely randomized block design with three replications in a split-plot arrangement. Plant densities evaluated were 2.96, 6.06 and 8.88 plants/m². High density reduced mainly the ear sizes of the three cultivations. Another factor that was affected by high densities was the number of plants without ears. Calculated plant densities related to corn grain yield varied in the three locations. The highest yields were found in Santo Domingo, while the lowest yields were found in Paraíso of Las Tablas. The highest yields of P-9490 were found between 5.47 and 9.54 plants/m², while for CB-HS-8GM2 was between 6.84 and 8.84 plants/m². The highest yields for hybrid X-1358K was found between 8.28 and 9.22 plants/m². Combined analysis of the three locations indicated that optimum population of the three hybrids was 7.95, 6.46 and 8.72 plants/m² for CB-HS-8GM2, P-9490 and X-1358K hybrids, respectively ($R^2 = 0.88, 0.78$ and 0.87 for each regression).

INTRODUCCIÓN

La generación de nuevos cultivares con mayor potencial de rendimiento ha sido uno de los objetivos planteados por el IDIAP. Estos nuevos cultivares poseen características diferentes a los cultivares generados con anterioridad por el Programa de Mejoramiento. Situación similar sucede con la permanente introducción de nuevos materiales por las casas comerciales de semilla. Esta constante liberación de nuevos cultivares requiere de una continua adecuación de las prácticas agronómicas que garanticen la producción potencial de estos nuevos híbridos.

Pandey y Gardner (1992); y 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 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).

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron tres ensayos de maíz ubicados en tres zonas productoras de maíz de la Región de Azuero. Los experimentos fueron sembrados en: Paraíso (7° 40.9' N, 80° 09.7' O), San José (7° 40.5' N, 80° 14.1' O) y Santo Domingo (7° 44.7' N, 80° 12.8' O), todos en la provincia de Los Santos.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones en un arreglo de Parcelas Divididas. Las parcelas principales lo constituyeron los tres cultivares evaluados (P-9490, CB-HS-8GM2 y X-1358K). En las subparcelas se sembraron las tres densidades de plantas (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 estuvieron constituidas de cuatro surcos de 5.0 m de largo. En cada golpe de siembra se sembró 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 pendimetalina a razón de 3.0 + 3.0 lt/ha. 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 la toma de datos se utilizaron las plantas de los dos surcos centrales sin tomar en cuenta las dos hileras de plantas de los extremos (parcela efectiva). 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. Para el análisis físicoquímico 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 análisis (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. Para el análisis de la variable porcentaje de acame, se utilizó la transformación de raíz cuadrada más un medio.

CUADRO 1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE LOS ENSAYOS. AZUERO, PANAMÁ, 1998.

	Paraiso	San José	Santo Dgo.
pH	4.9	4.9	5.6
P	tr	tr	tr
K	86	78	78
Ca	1.22	2.18	1.78
Mg	0.53	1.76	1.5
Al	0.3	0.4	0.2
Mn	27	15	13
Fe	20	15	14
Zn	2	3	1
Cu	6	6	6
Text	44-22-34	34-18-48	33-17-50

P, K, Mn, Fe, Zn, y Cu = ug/ml
Ca, Mg y Al = meq/100ml

tr = Trazas
Text. = %

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa el análisis de varianza 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), altura de planta (Altpt), porcentaje de plantas acamadas (Acame) y rendimiento de rastrojo (RendR).

Los promedios a través de cultivares del rendimiento de grano y demás componentes del rendimiento se observan en el Cuadro 3. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el cultivar CB-HS-8GM2 (6.36 t/ha) seguido por el X-1358 K (5.92 t/ha) y P-9490 (5.89 t/ha), aunque estas diferencias no fueron significativas. Este resultado está relacionado con el número de plantas y mazorcas por metro cuadrado, el cual fue superior en los dos primeros.

En relación con el porcentaje de plantas acamadas, se observó que el P-9490 fue el cultivar con mayor porcentaje de acame (14.9%), mientras que en el híbrido CB-HS-8GM2 este valor fue de 1.7 %. Esta variable está muy relacionada con el tamaño de planta. Los resultados muestran que el híbrido X-1358K es el más pequeño de los tres, lo que puede reflejarse en su alta tolerancia al acame.

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. AZUERO, PANAMÁ, 1998.

F. de Variación	g.l.	Cuadros Medios							
		Rend G	Pm2	Mzm2	Pmz	MxP	Altpt	Acame	RendR
Loc.	2	2.583 ^{n.s.}	0.604 ^{n.s.}	0.092 ^{n.s.}	297.9 ^{n.s.}	0.162 ^{n.s.}	598.2 ^{n.s.}	0.033 ^{n.s.}	6.028 ^{n.s.}
Rep(Loc)	6	2.213	0.399	0.691	106.7	0.063	289.2	0.009	2.363
Var	2	1.502 ^{n.s.}	0.868 ^{n.s.}	0.782 ^{n.s.}	1358.8 ^{**}	0.085 ^{n.s.}	6039.4 ^{**}	0.031 ^{n.s.}	25.68 ^{**}
Loc x Var	4	1.434 ^{n.s.}	0.526 ^{n.s.}	0.763 ^{n.s.}	100.8 ^{n.s.}	0.005 ^{n.s.}	58.2 ^{n.s.}	0.012 ^{n.s.}	5.018 ^{**}
Rep x Var (Loc)	11	0.759	0.232	0.607	71.69	0.049	42.5	0.013	0.741
Den	2	29.956 ^{**}	217.4 ^{**}	124.72 ^{**}	22490 ^{**}	0.528 ^{**}	166.9 [*]	0.031 ^{**}	8.991 ^{**}
Den x Var	4	0.589 ^{n.s.}	0.047 ^{**}	2.158 ^{**}	370.9 ^{n.s.}	0.120 ^{n.s.}	57.1 ^{n.s.}	0.009 ^{**}	1.276 ^{**}
Loc x Var x Den	12	0.948 ^{n.s.}	0.216 ^{n.s.}	0.517 ^{n.s.}	381.3 ^{n.s.}	0.016 ^{n.s.}	83.4 ^{n.s.}	0.008 ^{**}	0.172 ^{n.s.}
Error	112	0.557	0.451	0.408	211.9	0.059	55.9	0.001	0.352
C.V. (%)		12.32	11.6	11.32	12.5	23.52	3.2	4.3	15.3

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

CUADRO 3. PRINCIPALES COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE GRANO SEGÚN CULTIVARES. AZUERO, PANAMÁ, 1998.

Cultivares	HS-8GM2	P-9490	X-1358K
Pt/m ²	5.81	5.63	5.89
Mz/m ²	5.63	5.51	5.79
RendG	6.36	5.89	5.92
Altpt	237.4	239.1	212.4
% Acame	8.3	14.9	1.7
MxP	0.99	1.10	1.01
Pmz	123.5	111.8	111.3
Rendpt	124.1	123.8	113.7
RendR	2.74	4.36	4.53

De todas las variables evaluadas, en ninguna se observó diferencias estadísticas entre localidades. Se realizó una prueba de homogeneidad, resultando significativa, es decir, las varianzas en las tres localidades fueron homogéneas. En relación con el rendimiento de grano, se obtuvo que en Santo Domingo el rendimiento fue de 6.38 t/ha, seguido por el obtenido en San José (5.98 t/ha) y Paraíso (5.80 t/ha).

El número de plantas a la cosecha en el cultivar P-9490 fue de 2.59, 5.53 y 8.44 plantas/m² con rendimientos asociados de 4.69, 6.34 y 6.44 t/ha. En el híbrido X-1358K la disminución de plantas con respecto a la densidad de plantas sembradas al inicio fue menor

con promedios al momento de la cosecha de 2.83, 5.98 y 8.84 plantas/m² y rendimientos asociados de 4.38, 6.53 y 6.84 t/ha. Los valores de plantas encontrados al momento de la cosecha en el CB-HS-8GM2 fueron de 2.90, 5.65 y 8.57 plantas/m² con rendimientos promedios de 5.03, 6.65 y 7.22 t/ha, respectivamente (Cuadro 4).

En los tres cultivares evaluados, la alta densidad redujo principalmente el tamaño de las mazorcas. En el CB-HS-8GM2 se observó una mayor reducción, de 163.2 a 90.7 g. Este cultivar fue el que tuvo el mayor peso promedio de mazorca (163.2 g). Esta reducción del peso de la mazorca, es la base de la relación exponencial del modelo de Duncan.

CUADRO 4. PROMEDIO DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ENCONTRADAS SEGÚN DENSIDAD Y CULTIVARES. AZUERO, PANAMÁ, 1998.

Cultivares	CB-HS-8GM2			P-9490			X-1358K		
	15	22	45	15	22	45	15	22	45
Dist/plantas (cm)									
Ptm ² a la cosecha	8.57	5.65	2.90	8.44	5.53	2.59	8.84	5.98	2.83
Mz/m ²	7.96	5.56	3.10	7.01	5.88	3.49	8.25	6.06	3.05
Pmz (g)	90.7	121.1	163.2	91.2	111.2	135.7	82.8	107.6	143.6
Mxp	0.93	0.99	1.07	0.83	1.13	1.35	0.93	1.01	1.08
Alt. de planta (cm)	241.1	233.5	238.1	241.7	236.0	240.0	214.4	213.3	209.4
Acame (%)	12.9	8.4	3.1	24.5	14.7	4.5	3.2	0.9	0.9
Rendpt (g)	84.5	119.4	174.6	76.9	118.8	182.7	77.4	109.0	154.8
RendG (t/ha)	7.22	6.65	5.03	6.44	6.34	4.69	6.84	6.53	4.38
RendR (t/ha)	3.09	2.68	2.42	4.46	4.90	3.56	5.20	4.94	3.44

Otro factor que es 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 las densidades más altas, en cada uno de los tres cultivares evaluados.

El P-9490 fue el híbrido con mayor número de mazorcas abortadas, sugiriendo que es más afectado por las altas densidades. Esta situación puede ser considerada normal, tomando en cuenta que la mayoría de los cultivares tropicales no toleran altas poblaciones de plantas, ya que, son seleccionados a bajas densidades, por lo que, al ser sometidos a una densidad alta tienden a abortar la mazorca. Los híbridos X-1358K y CB-HS-8GM2 fueron los cultivares con menor respuesta a esta característica, ya que, en las tres poblaciones evaluadas (15, 22 y 45 cm) mantuvieron el número de mazorcas por planta similares (cerca de una mazorca por planta).

Con relación al 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 pobla-

ción de plantas, mayor fue el porcentaje de plantas acamadas en los cultivares P-9490 y CB-HS-8GM2. El P-9490 presentó los porcentajes más altos, lo que sugiere mayor susceptibilidad al acame, debido a su mayor altura de planta, mientras que el X-1358K fue el de menor tamaño y menor porcentaje de plantas acamadas (Cuadro 4).

También se observó que la producción de forraje fue mayor en los híbridos X-1358K y P-9490. Al igual que en la producción de grano se observó que a medida que aumentó la densidad de población se produjo más biomasa por unidad de área.

El Cuadro 5 muestra los principales parámetros de regresión obtenidos

CUADRO 5. PARÁMETROS DE REGRESIÓN ENTRE EL LOGARITMO DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y FORRAJE POR PLANTA Y LA DENSIDAD DE TRES CULTIVARES DE MAÍZ, AZUERO, 1998.

Cultivar	Rendimiento de grano			
	Intercepto	Pend	R ²	Opt/m ²
HS-8GM2	5.502**	-0.1257**	0.88	7.95
P-9490	5.605**	-0.1547**	0.78	6.46
X-1358K	5.364**	-0.1147**	0.87	8.72
Cultivar	Rendimiento de Forraje			
	Intercepto	Pend	R ²	Opt/m ²
HS-8GM2	4.747**	-0.1433**	0.63	6.97
P-9490	5.374**	-0.1682**	0.75	5.94
X-1358K	5.068**	-0.1129**	0.59	8.85

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

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. 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 Santo Domingo, mientras que, los más bajos se ubicaron en Paraíso, en esta localidad se presentó el mayor porcentaje de acame de 14 porciento.

Se encontró que para el CB-HS-8GM2 la población que optimizó los rendimientos es de 7.95 plantas/m², mientras que para el P-9490 el óptimo fue 6.46 plantas/m². El híbrido X-1358K presentó una densidad óptima de 8.72 plantas/m², siendo ésta la más alta entre los tres cultivares evaluados. Este resultado se explica por ser la arquitectura de la planta de este híbrido más adaptada para las poblaciones altas (altura más pequeña).

Los coeficientes de regresión para la producción de forraje son muy buenos en general, a excepción de los encontrados para el X-1358K. Se puede observar que para este cultivar la densidad de plantas que optimiza el rendi-

miento de forraje al momento de la cosecha fue mayor que el encontrado para grano, mientras que para los otros dos híbridos la población disminuyó.

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 es en peso por mazorca.
- La densidad óptima de plantas de cada cultivar varió; la misma fue mayor para el híbrido X-1358K y menor para el híbrido nacional.
- El porcentaje de plantas aca-madas 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 Ex-

- perimentales 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 corns (*Zea mays* L.) to population pressure. *Crop Science* 11:220-224.
- FISHER, 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. 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. 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. pp. 106-110. *En* J. Bolaños y col. (Eds). *Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*, 1992. Vol. 4. CIMMYT, Guatemala.
- PANDEY, S.; GARDNER, C. 1992. Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize populations. *Crop Science* 48:1-87.

MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DE MAÍZ. AZUERO, PANAMÁ, 1996 - 1998.

Román Gordón M¹, Andrés González², Jorge Franco²

RESUMEN

Se estableció un ensayo en 12 localidades de la Región de Azuero. Los mismos fueron sembrados en la segunda época de siembra (agosto-enero) de los años 1996, 1997 y 1998. En 10 de estas 12 localidades se observó una respuesta positiva a la aplicación de nitrógeno. El objetivo de este trabajo fue el de determinar el rango agronómico de la eficiencia de uso de N en forma de urea (N-urea) bajo distintos métodos de aplicación de este elemento. En este estudio se comparó la respuesta del maíz a la aplicación de 120 kg N/ha en forma de urea, utilizando dos y tres fraccionamientos en la aplicación. También se evaluó el efecto de aplicar diferentes cantidades o proporciones de N en las dos o tres aplicaciones; en total, se evaluaron cuatro tratamientos y dos testigos, sin nitrógeno. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. La aplicación del nitrógeno en la proporción de 10% a la siembra y 40 y 50% a los 21 y 40 dds, respectivamente, logró aumentar de manera significativa la eficiencia del uso del nitrógeno (62.9% en la eficiencia de uso). Las aplicaciones tardías (30 y 38 DDS) de un alto porcentaje del nitrógeno (80 y 50%) y la aplicación de porcentajes bajos de N al momento de la siembra incrementó la eficiencia del uso del nitrógeno.

PALABRAS CLAVES: *Zea mays*; abonos nitrogenados; aplicación de abonos; siembra; producción; cultivo; Panamá.

HANDLING OF NITROGEN FERTILIZATION IN CORN CULTIVATION, AZUERO, PANAMA 1996-1998.

The research was established in 12 locations of Azuero region. They were sowed in the second sowing season (August - January) of 1996, 1997 and 1998. Ten of 12 locations, it was observed a positive response to nitrogen application. The objective of this work was to determinate the agronomic range of the efficiency of nitrogen utilization in the form of urea

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc., ² Agrónomo, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León". Los Santos, Panamá.

(N-urea) under different application methods of this element. It was compared corn response to the application of 120 kg N/ha in the form of urea, using two and three fractions in the applications. Furthermore, it was evaluated the effect of applying different quantities or proportions of nitrogen in both, two or three applications. In total, it was evaluated four treatments and two controls, without nitrogen. The experimental design was a complete block design with four repetitions. Nitrogen application in proportion of 10% at sowing, 40 and 50% at 21 and 40 days after sowing (das), respectively, obtained increase significantly, the efficiency of nitrogen utilization (62.9%). Later applications (38 and 38 das) of high percentage of nitrogen (80 and 50%) and the application of low percentages of nitrogen at the moment of the sowing increased the efficiency of nitrogen utilization.

INTRODUCCIÓN

El uso del nitrógeno (N) es considerado como esencial en la producción del cultivo de maíz. Después 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 de N.

Gordón y col. (1991, 1992) encontraron que el nivel óptimo económico de la aplicación de N varió de 125 a 197 kg/ha, en los lugares en donde se realizaron experimentos de dosis de N. Después de varios años de estudio, Gordón y col. (1997) no encontraron diferencias significativas entre aplicar la urea en forma de posturas y enterrarla al lado de la planta.

Para la producción del maíz en la Región de Azuero, se realizan aplicaciones de nitrógeno (urea), que oscilaron entre 70 y 165 kg/ha, en uno o dos fraccionamientos. Una gran proporción de ésta es aplicada a la superficie del suelo al voleo

o por bandas. Esta forma superficial de aplicación de fuentes de N amoniacales pueden conducir a pérdidas considerables por volatilización directa o por escorrentía, y así contribuir a la baja eficiencia de su uso.

En la actualidad, ante la baja eficiencia del uso de este nutrimento, se le suman los cambios recientes en la política económica hacia la producción agrícola, donde la liberación de los mercados es quizás lo más relevante, se necesitará una mayor eficiencia técnica y económica que permita a los productores permanecer en el mercado. En este sentido, mejorar la eficiencia en el uso de los insumos agropecuarios se convierte en un objetivo básico.

El objetivo de este estudio fue determinar el rango agronómico de eficiencia en el uso de N en forma de urea

(N-urea) bajo distintos métodos de aplicación. En este estudio se comparó la respuesta del maíz a la aplicación de 120 kg N en forma de urea/ha, aplicados en dos y tres fraccionamientos. También se evaluó el efecto de aplicar diferentes cantidades o proporciones de urea en las dos o tres aplicaciones. También se realizaron estimaciones generales de la eficiencia de uso del N en los distintos tratamientos evaluados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un ensayo en 12 localidades de la Región de Azuero en los años 1996, 1997 y 1998 (Cuadro 1). El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Se utilizó el método de separaciones múltiples de Duncan para comparar los tratamien-

tos. Las parcelas experimentales consistieron de cinco surcos de 5.5 m de largo (16.5 m²), mientras que las parcelas efectivas fueron los tres surcos centrales (9.9 m²). La siembra se realizó a una distancia de 75 cm entre hileras y 50 cm entre golpes, dejando dos semillas por golpe, para una densidad teórica de 5.33 plantas/m². Los cultivares utilizados fueron los híbridos

nacionales P-8916 (1996) y P-9422 (1997 y 1998). Para el control de malezas se aplicó la mezcla de los herbicidas atrazina, glifosato y pendimetalina a razón de 1.5, 1.5 y 1.23 kg i.a./ha, de cada uno, respectivamente. Todos los ensayos recibieron una fertilización de 60 kg de P₂O₅/ha, al momento de la siembra.

CUADRO 1. LOCALIDADES EN DONDE SE EJECUTARON LOS ENSAYOS SOBRE EFICIENCIA DE NITRÓGENO. AZUERO, PANAMÁ, 1996 - 1998

Localidad	Año	Latitud	Longitud
1. París	96	8° 01' N	80° 32' O
2. Parita	96	8° 00' N	80° 31' O
3. El Ejido	96	7° 54' N	80° 22' O
4. Sto. Domingo	96	7° 45' N	80° 13' O
5. San José	96	7° 40' N	80° 14' O
6. Purio	97	7° 36' N	80° 04' O
7. Mariabé	97	7° 34' N	80° 03' O
8. Los Higos	97	7° 31' N	80° 05' O
9. Paraíso	98	7° 41' N	80° 09' O
10. San José	98	7° 40' N	80° 14' O
11. La Enea	98	7° 50' N	80° 16' O
12. Los Cantos	98	7° 58' N	80° 36' O

Se evaluaron seis tratamientos en el año 1996 y siete durante 1997 y 1998. Estos incluyeron una variación en el fraccionamiento (número de aplicaciones) y la proporción de nitrógeno en cada aplicación (cantidad). La dosis de nitrógeno (de urea) utilizada fue de 120 kg/ha.

Se evaluaron dos parcelas testigos o parcelas sin aplicación de nitrógeno (Cuadro 2).

La relación de la lectura de este aparato fue encontrada en ensayos previos (Gordón, 1993).

CUADRO 2. ESTRUCTURA DE TRATAMIENTOS DEL ENSAYO DE EFICIENCIA DE USO DE NITRÓGENO. AZUERO, PANAMÁ, 1996-1998.

Trat	% de urea aplicada			
	0 dds	21 dds	30 dds	40 dds
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	20	40	0	40
4	20	0	80	0
5	0	50	0	50
6	10	30	0	60
7	10	40	0	50

La aplicación de la urea después de la siembra (21, 30 y 40 DDS) se efectuó por posturas superficiales 5 cm al lado de la planta. En los ensayos en donde no hubo humedad al momento de aplicar la urea, la misma se enterró y tapó con un chuzo. La precipitación promedio de las dos provincias en donde se llevaron a cabo los experimentos se observa en el Cuadro 3.

En este ensayo se usó un clorofilómetro modelo SPAD-502, Minolta, para estimar el contenido de clorofila en la hoja de la mazorca, al momento de la floración, en 12 plantas por parcela y transformarlo en porcentaje de nitrógeno.

Se tomaron datos de rendimiento, número de plantas y mazorcas cosechadas, porcentaje de humedad del grano y rendimiento de rastrojo. Se hizo un análisis combinado de los tres años de todas las variables, previo a un análisis de homogeneidad de varianzas. Se realizó un análisis de separación múltiple de medias de Duncan.

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 y se realizó el análisis según Hunter (1976).

CUADRO 3. PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN DOS LOCALIDADES EN DONDE SE EJECUTARON LOS ENSAYOS DE NITRÓGENO. AZUERO, PANAMÁ, 1996-1998.

Mes	Parita			Los Santos		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998
May	374	0	119	0	3	134
Jun	123	275	51	0	145	70
Jul	105	85	225	53	64	126
Ago	113	57	183	153	59	148
Sep	205	134	184	305	101	100
Oct	152	158	312	157	108	220
Nov	139	157	315	157	126	197
Dic	—	12	153	168	0	241
Tot	1211	858	1542	993	606	1236

CUADRO 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LOS ENSAYOS.
 AZUERO, PANAMÁ. 1996-1998.

	1996				1997				1998			
	Parita	París	Ejido	San José	Sto. Dom.	Purio	Mariabé	Los Higos	Paraíso	San José	La Enea	Los Cantos
pH	6.0	5.5	5.2	4.9	5.3	6.2	5.4	5.8	4.9	4.9	6.0	6.0
P	tr	tr	tr	tr	3.0	16.0	tr	tr	tr	tr	3	7
K	78.0	172.0	47.0	196.0	43.0	71	67	82	86	78	184	63
Ca	0.9	0.5	0.6	1.9	1.1	2.3	0.8	0.6	1.2	2.1	2.2	1.8
Mg	0.4	0.2	0.5	0.8	0.8	1.34	0.42	0.35	0.53	1.76	2.00	1.60
Al	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1
M.O	5.8	5.6	2.9	5.4	4.3							
Fe	21.0	28.0	32.0	49.0	39.0	28.0	17	17	20	15	24	15
%Are	46	44	44	34	30	40	54	44	44	34	33	28
%Lim	28	26	22	20	20	32	22	24	22	18	17	26
%Arc	26	30	34	46	50	28	28	32	34	48	50	46

P, K, Mn, Fe, Zn, y Cu = ug/ml tr = Trazas Ca, Mg y Al = meq/100ml M.O = %

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE GRANO, RASTROJO E ÍNDICE DE COSECHA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ENSAYO DE EFICIENCIA DE N (COMBINADO 12 LOCALIDADES), AZUERO, PANAMÁ. 1996-1998.

Variables	Rend Grano (t/ha)				Rend Rastrojo (t/ha)				Índice de cosecha (%)			
	1996	1997	1998	Prom	1996	1997	1998	Prom	1996	1997	1998	Prom
1. 0 N	3.72	3.44	2.75	3.31	4.64	5.28	3.76	4.51	45.4	33.5	37.8	39.7
2. 0 N	4.11	3.79	3.20	3.75	4.83	5.66	4.43	4.91	47.7	34.3	35.2	40.3
3. 20-40-40	5.12	3.85	5.61	4.97	6.16	6.56	6.79	6.47	46.1	31.6	39.1	40.1
4. 20-0-80-0	5.27	4.12	5.65	5.11	5.97	6.67	6.33	6.26	47.6	32.4	40.1	41.3
5. 0-50-50	5.11	3.89	5.75	5.02	6.01	6.34	6.05	6.10	46.6	31.9	42.4	41.5
6. 10-30-60		3.98	5.88	5.07		6.93	6.96	6.80		31.1	39.9	40.3
7. 10-40-50	5.53	4.07	5.93	5.30	6.50	6.51	6.94	6.65	46.1	32.7	39.5	40.6
Promedio	4.81	3.88	4.97	4.64	5.68	6.28	5.89	5.96	46.6	32.5	39.1	40.6

CUADRO 6. MAZORCAS POR METRO CUADRADO, PESO DE MAZORCAS Y % DE N EN LA HOJA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ENSAYO DE EFICIENCIA DE N (COMBINADO 12 LOCALIDADES), AZUERO, PANAMÁ, 1996-1998.

Variables	Mazorcas/m ²				Peso Mazorca (gr)				Nitrógeno en Hoja (%)			
	1996	1997	1998	Prom	1996	1997	1998	Prom	1996	1997	1998	Prom
1. 0 N	4.10	3.37	4.04	3.84	89.8	101.1	54.7	81.9	2.15	2.30	1.68	2.04
2. 0 N	4.43	3.60	4.49	4.17	92.5	104.9	56.6	84.7	2.21	2.32	1.75	2.09
3. 20-40-40	4.60	3.50	4.87	4.32	110.8	109.2	93.4	104.5	2.60	2.57	2.51	2.56
4. 20-0-80-0	4.56	3.61	4.91	4.36	115.9	114.0	93.3	107.7	2.58	2.62	2.52	2.57
5. 0-50-50	4.47	3.50	4.81	4.26	115.8	110.0	97.2	107.6	2.56	2.60	2.56	2.58
6. 10-30-60		3.65	4.87	4.26		108.9	98.4	103.7		2.55	2.55	2.55
7. 10-40-50	4.67	3.63	5.03	4.44	117.8	111.9	95.2	108.3	2.61	2.66	2.54	2.61
Promedio	4.47	3.55	4.72	4.24	107.1	108.6	84.1	99.8	2.45	2.52	2.30	2.43

El análisis de suelo por localidad se observa en el Cuadro 4; los suelos presentan bajo contenido de fósforo, con valores entre alto a medio de potasio, bajos en aluminio y textura un tanto arcillosa. En cuanto al contenido de materia orgánica, en los años 1997 y 1998, no se pudo obtener esta información del laboratorio, pero en general, el contenido de éste es muy parecido al de los suelos de los ensayos de 1996.

La eficiencia aparente de uso se estimó con las diferencias de rendimiento entre los tratamientos con 120 kg de N aplicado y el testigo absoluto (Gordón, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 5 y 6 se puede observar el rendimiento de grano y otras características agronómicas de los tratamientos evaluados durante los tres años que duró el experimento. Los Cuadrados Medios del análisis de varianza de algunos de estos componentes se observa en el Cuadro 7. De todas las fuentes de variación evaluadas en este análisis, las fuentes, año y tratamiento son las que absorben la mayor variabilidad del experimento, por lo tanto explican el resultado observado.

CUADRO 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO COMBINADO DE LAS 12 LOCALIDADES. AZUERO, PANAMÁ. 1996-1998.

F. de V	g.l.	Cuadrados Medios			
		RendG	Mzm ²	Pmz	CNIt
Año	2	33.09**	34.9**	21900*	1 332**
Loc (Año)	9	12.23**	0.99**	4438**	0.358**
Rep(LocxAño)	36	0.69	0.25	228	0.036
Trat	6	28.53**	1.40**	7376**	3.035**
TratxAño	12	5.32**	0.38*	896**	0.292**
TratxLoc(Año)	54	1.08**	0.27*	312**	0.089**
Error	216	0.487	0.18	155	0.028
CV(%)		15.0	9.9	12.4	7.0

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

Las interacciones mostradas (Trat x Año y Trat x Loc (año)), a pesar de ser significativas, explican muy poco las diferencias encontradas en este ensayo. La misma respuesta se encontró para las variables mazorcas por metro cuadrado, peso de mazorca y contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca. En relación con esta última variable, los mayores valores se encontraron en el año 1997, mientras que los menores valores se presentaron en el año 1998 (Cuadro 6).

Efecto de Año

Con relación al rendimiento de grano, el experimento mostró que el promedio de los tres años de todos los tra-

tamientos superó significativamente a los tratamientos sin aplicación de nitrógeno (Tratamientos 1 y 2), lo que indica una alta respuesta a este elemento.

Al analizar la respuesta en cada año se observó que ésta fue diferente en cada uno de los tres años evaluados. La mayor diferencia que se observó fue en 1998 con un promedio de 3.04 t/ha, le siguió la encontrada en 1996 con un valor promedio de 1.53 t/ha y el valor promedio en el año 1997 fue de 0.54 t/

ha. Este valor prácticamente no difiere del tratamiento con 0N (Cuadro 8).

Al correlacionar esta respuesta con la precipitación anual caída en cada uno de estos años, se puede observar claramente que a mayor precipitación mayor respuesta a la aplicación de este elemento. El año 97 fue el de menor precipitación, este fue considerado un año 'Niño'. Esta respuesta puede explicarse porque a mayor precipitación mayor fue el lavado de los suelos; otra posible explicación es que en años con menor pre

CUADRO 8. DIFERENCIAS EN RENDIMIENTO (t/ha) DE LOS CINCO TRATAMIENTOS EVALUADOS Y PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL USO DE NITRÓGENO. AZUERO, PANAMÁ. 1996-1998.

Tratamientos	Dif en Rend de Grano (t/ha)			
	1996	1997	1998	Prom
T3-0N	1.39	0.4	2.86	1.66
T4-0N	1.54	0.67	2.90	1.80
T5-0N	1.39	0.45	3.00	1.71
T6-0N		0.54	3.13	1.76
T7-0N	1.81	0.63	3.18	1.99
Promedio	1.53	0.54	3.04	1.78
Eficiencia de Nitrógeno (%)				
T3 20-40-40	37.7	16.1	91.6	51.7
T4 20-80	40.5	26.0	90.2	54.4
T5 0-50-50	37.2	17.5	88.5	51.5
T6 10-30-60		21.6	98.1	54.7
T7 10-40-50	49.0	24.1	100.4	61.4
Promedio	41.1	21.1	93.7	54.7

cipitación el crecimiento de las plantas es menor, por lo que, a menor crecimiento hay menor es el consumo de N por parte de la planta. Con respecto a los tratamientos la mayor diferencia se observó con el tratamiento 10-40-50 (T7) con un promedio de 1.99 t/ha (Cuadro 8).

El efecto observado en la diferencia de rendimiento de los tratamientos versus la ausencia de aplicación de nitrógeno con respecto a los años, se observó para la variable eficiencia aparente de uso de N, en donde los mayores porcentajes se obtuvieron en 1998 con un promedio general de 93.7%, seguidos por el 96 (41.1%) y el menor valor se observó en el 97 con una media de

21.1%. La mayor eficiencia de uso se encontró en el tratamiento 10-40-50 con una media de 61.4% (Cuadro 8).}

Efecto de Tratamientos

Para determinar el efecto de la proporción del N cuando se divide la aplicación suplementaria después de la siembra, se compararon los tres tratamientos en donde se dividió la aplicación suplementaria de nitrógeno en forma de urea (Tratamientos 3, 6 y 7). Los resultados de esta comparación mostraron que la proporción 10-40-50 (T7) superó en los tres años de evaluación a la proporción 20-40-40 (T3). Esta diferencia fue menor al compararlo con el tratamiento 10-30-60 (T6), durante los dos años que se evaluó esta proporción (Cuadro 9).

CUADRO 9. DIFERENCIAS EN RENDIMIENTO (t/ha) Y PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL USO DE NITRÓGENO DE LOS CINCO TRATAMIENTOS EVALUADOS. AZUERO, PANAMÁ. 1996-1998.

Tratamientos	Dif. en Rend de Grano (t/ha)			
	1996	1997	1998	Prom
T7-T3	0.42	0.22	0.31	0.32
T7-T6		0.09	0.04	0.07
T7-T4	0.26	-0.14	0.28	0.17
T4-T5	0.16	0.23	-0.10	0.09
	Dif. en Eficiencia de N(%)			
	1996	1997	1998	Prom
T7-T3	10.10	8.48	9.25	9.28
T7-T6		1.73	2.27	2.00
T4-T5	2.91	10.26	2.27	5.15
T7-T4	7.71	-2.20	9.93	5.15

Para determinar si es conveniente dividir la aplicación suplementaria de la urea en una o dos aplicaciones, se comparó el mejor tratamiento de dos aplicaciones suplementarias (T7) versus el tratamiento sin fraccionamiento (T4). El resultado de este análisis indicó que la precipitación influye en el resultado encontrado, ya que, en los años con precipitación normal o excesiva (1996 y 1998) el fraccionamiento en dos aplicaciones (T7) superó al tratamiento sin fraccionamiento. Mientras que en el año con menor precipitación (1997) el resultado fue inverso. Resultados similares se observaron en la diferencia de las eficiencias aparentes en el uso de N.

Para el análisis del tratamiento que evaluó la ausencia de aplicación de N al momento de la siembra, se realizó la comparación del rendimiento del T4 versus éste. El resultado del mismo indicó que en los años con mayor precipitación (1998) la ausencia de aplicación al momento de la siembra fue mayor y en el año con menos lluvia (1997) ésta fue superada por el T4.

CONCLUSIONES

▼ La respuesta al método de aplicación de urea (fraccionamiento) varió de acuerdo a la precipitación.

▼ De los resultados de este ensayo, el beneficio del fraccionamiento de la urea en dos aplicaciones después de la siembra fue mejor en los años con más precipitación.

▼ En los años con menos lluvia la aplicación de toda la urea a los 30 DDS superó el rendimiento obtenido con el fraccionamiento de la misma.

▼ La aplicación del nitrógeno en la proporción de 10% a la siembra y 40 y 50% a los 21 y 40 DDS, respectivamente, logró aumentar significativamente la eficiencia en la utilización del nitrógeno en el cultivo de maíz en los tres años que se realizó el experimento.

BIBLIOGRAFÍA

- GORDÓN, R. y col. 1997. Eficiencia del uso de nitrógeno en forma de urea en diferentes proporciones de aplicación en Maíz. Azuero, Panamá. 1996-1997. IDIAP. En edición. 5 p.
- 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. pp. 106-110. En J. Bolaños y col. (Eds) Síntesis de Resultados Experimentales del PRM, 1992. Vol. 4. CIMMYT, Guatemala.

- 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*. 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*. IDIAP, 10 p.

EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE RASTROJOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ. LOS CASTILLOS, HERRERA, PANAMÁ, 1996-98.

Román Gordón M¹, Jorge Franco² y Andrés González²

RESUMEN

Se realizó un experimento durante tres años consecutivos en Los Castillos, Herrera, República de Panamá. El objetivo de este experimento fue el de evaluar residuos con diferentes relaciones de C/N, bajo distintos niveles de fertilización nitrogenada y su relación con el rendimiento de maíz. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los sistemas evaluados (parcela principal) fueron 1) Rastrojo de Canavalia 2) Rastrojo de canavalia más rastrojo de gramíneas 3) Rastrojo de gramíneas y 4) Parcela sin rastrojos. Los niveles de nitrógeno (sub-parcelas) evaluados fueron 0, 75 y 150 kg /ha. Los resultados del ensayo indicaron que rastrojos con una alta relación de C/N reducen el potencial de rendimiento de grano de maíz, debido al alto consumo de N disponible en el sistema para degradar el mismo. Además, se encontró que la respuesta del maíz a la aplicación de N fue altamente significativa en todos los sistemas evaluados.

PALABRAS CLAVES: *Zea mays*; producción; cultivo; rendimiento; residuos de cosecha; abonos nitrogenados; canavalia; Panamá.

EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF STUBBLES IN CORN CROP YIELD. LOS CASTILLOS, HERRERA, PANAMA, 1996-98.

The experiment was carried out during three consecutive years in Los Castillos, Herrera, republic of Panama. The objective of this experiment was to evaluate stubble of different C/N relationships under different levels nitrogen fertilization and its relationships with corn yield. The experimental design was a completely randomized block design in a split-plot arrangement with four repetitions. The system evaluated (principal plot) were (1) Canavalia stubble, (2)

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc., ² Agrónomo, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá.

Canavalia plus grass stubble, (3) grass stubble, and (4) no stubble plot. Levels of nitrogen (subplot) were 0, 75 and 150 kg/ha. Experimental results indicated that stubble with a high C/N relationship reduce the potential yield of corn grain due to the high consumption of available N in the system. Furthermore it was found corn response to the application of N was highly significant in all evaluated systems.

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años, el IDIAP promovió el uso de la labranza de conservación. Estudios recientes por Herrera y col. (1997) informan de un aumento en la adopción de este sistema por parte de los productores de la Región de Azuero. Adiciones de residuos a los suelos alteran el ciclo del nitrógeno, pudiendo afectar la disponibilidad del N para uso del cultivo. Por esta razón, es importante entender la interacción entre niveles de mantillo y el nitrógeno. Datos encontrados por Zea y Bolaños (1997) sugieren una inmovilización de parte del nitrógeno disponible por la descomposición del residuo o mantillo.

Los abonos verdes se han caracterizado por el uso de leguminosas buscando una mejora en la productividad de los cultivos por la adición de nitrógeno, reciclado más eficiente de nutrientes y una mejora física y biológica del suelo. La mineralización del nitrógeno de las leguminosas, en general, con relaciones bajas de C/N, es rápida, pudiendo ocurrir dentro de una o dos semanas, dependiendo de la temperatura ambiental,

principalmente en el caso de que la biomasa esté formada por muchas hojas (Costa y col., 1993).

En la región se ha evaluado el asocio de maíz con leguminosas, siendo la *Canavalia ensiformis* la más promisoría, por lo que su uso como mantillo para la labranza de conservación debe ser considerada como una alternativa. Costa y col. (1993) reportaron que la composición química de la canavalia es de 3.19% de N, 0.15% de P, 5.62% de K y 50.15% de C, lo cual la caracteriza por tener una de las relaciones más bajas de C/N (15.72) en comparación con otras leguminosas.

Gordón y col. (1997) encontraron que se pueden sustituir más de 150 kg de N, utilizando leguminosas de cobertura. El uso de Canavalia como abono verde fue estudiado por varios autores (Barreto y col., 1992; Gordón y col., 1992, 1993), quienes reportaron que el factor que permitió relacionar la respuesta a nitrógeno, bajo sistemas de abono verde fue la cantidad de N almacenado en la biomasa su-

perficial de cada una de las leguminosas estudiadas.

El objetivo de este ensayo fue el de evaluar residuos con diferentes relaciones de C/N, bajo distintos niveles de fertilización nitrogenada y su relación con el rendimiento de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante tres años consecutivos (1996-98) se sembró un experimento en Los Castillos, provincia de Herrera, República de Panamá, ubicado a 50 msnm, 7°58'02" latitud Norte y 80°36'55" longitud Oeste.

En este ensayo se evaluaron cuatro sistemas con diferentes relaciones de C/N y tres niveles de N. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en un arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los sistemas evaluados (parcela principal) fueron: 1) Rastrojo de canavalia (RCan) 2) Rastrojo de canavalia más rastrojo de gramíneas (RCan+Gram) 3) Rastrojo de gramíneas (RGram) y 4) Parcela sin rastrojos (SRas). Los niveles de N (subparcelas) evaluados fueron: 0, 75 y 150 kg /ha.

Para lograr estos sistemas, en 1996 se sembró una parcela de maíz asociado con canavalia, en surcos continuos y maíz en monocultivo al inicio de lluvias (mayo); a finales de agosto se proce-

dió a cortar todo el forraje, dejándolo sobre la superficie del suelo. En 1997, debido a la escasa precipitación en el área, el rastrojo de maíz se reemplazó por las gramíneas y malezas de hoja ancha predominantes en el área del estudio (*Rotboellia cochinchinensis* y *Baltimora recta*, respectivamente). La parcela de canavalia se sembró a principios del mes de junio, cuando se estableció la época de lluvias. En 1998 se sembró dos parcelas, una de maíz y otra de canavalia; luego se procedió a cortarla en agosto y en septiembre se sembró el ensayo.

El tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos de 5.5 m de largo con una densidad teórica de 5.33 plantas/m². Para obtener esta población, el maíz se sembró a una distancia de 75 cm entre hileras y 50 cm entre golpes, dejando dos plantas por golpe.

Los híbridos utilizados fueron P-8916 (1996), P-9490 (1997) y X-1358K (1998).

Para el control de malezas, se realizó una aplicación al momento de la siembra de la mezcla Gesaprim, Prowl y Round up a razón de 3.0 lt/ha de cada uno.

La fertilización fosfatada se realizó con la aplicación de 60 kg de P₂O₅/ha en forma de Super Fosfato Triple al momento de la siembra. En 1996, el 50% de la dosis de N se aplicó al momento

de la siembra, mientras que la otra mitad se aplicó a los 30 días después de la siembra (DDS). Para 1997 y 1998 el fraccionamiento del nitrógeno utilizado fue de 20% a la siembra, 40 y 40% del N a los 21 y 40 dds, respectivamente.

La cantidad de materia seca en el sistema Rcan, al momento de realizar el corte, fue de 6.17, 5.5 y 7.0 t/ha, para los tres años, respectivamente. Esto equivale a incorporar 200.5, 178.5 y 227.5 kg de N/ha, ya que, el porcentaje promedio de nitrógeno de la Canavalia es de 3.25%.

Al momento de la cosecha del ensayo, se contó el número de plantas y mazorcas en la parcela efectiva, además se midió el rendimiento y porcentaje de humedad del grano.

Para estimar el contenido de nitrógeno 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. La precipitación de esta localidad se observa en el Cuadro 1.

Además del análisis de varianza para todas las variables en estudio, se realizó un análisis de regresión cuadrática del

rendimiento en función de las dosis de N aplicado en forma de urea, para cada sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis de varianza combinado de los tres años indicó que hubo diferencias altamente significativas entre los sistemas estudiados y las dosis de N, para las variables rendimiento de grano (RendG) y de rastrojo (RendR), peso de mazorcas (Pmz), mazorcas por planta (Mzpt), mazorcas por m² (Mzm²) y porcentaje de N en la hoja (CNit). Se encontró interacción entre los distintos factores bajo estudio, para la variable RendG, pero el mayor porcentaje de

CUADRO 1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm) EN LA LOCALIDAD DE LOS CASTILLOS, 1996-1998.

Mes	mm de lluvia		
	1996	1997	1998
Mayo	374	0	119
Junio	123	275	51
Julio	105	65	225
Agosto	113	57	183
Septiembre	205	134	184
Octubre	152	158	312
Noviembre	139	157	315
Diciembre	—	12	153
Total	1211	858	1542

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO, PESO DE MAZORCA Y MAZORCAS/m² EN EL ENSAYO DE EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE RASTROJO, PANAMÁ 1996-98.

F de V	Cuadrados Medios									
	g.l.	RendG	CNit	Mzm2	Ptm2	Mzpt	Pmz	RendR		
Año	2	57.11**	0.889**	11.252**	6.43**	0.032*	8808**	103.6**		
Rep(Año)	9	0.59	0.084	0.189	0.667	0.004	334	0.417		
Sis	3	11.82**	0.565**	0.284*	0.585 ^{n.s.}	0.009 ^{n.s.}	4695**	10.18**		
Sis x Año	6	0.84**	0.334**	0.293*	0.135 ^{n.s.}	0.012 ^a	210*	2.172**		
SisxRep(Año)	27	0.22	0.027	0.113	0.108	0.006	83.5	0.610		
Nit	2	92.76**	6.689**	2.473**	0.035 ^{n.s.}	0.129**	34304**	92.51**		
Sis x Nit	6	0.27 ^{n.s.}	0.050 ^a	0.133 ^{n.s.}	0.039 ^{n.s.}	0.006 ^{n.s.}	102 ^{n.s.}	0.357 ^{n.s.}		
Año x Nit	4	0.45 ^a	0.064*	0.618**	0.226 ^{n.s.}	0.014**	605**	5.164**		
Año x Sis x Nit	12	0.44*	0.044 ^{n.s.}	0.155 ^{n.s.}	0.071 ^{n.s.}	0.004 ^{n.s.}	88 ^{n.s.}	0.552 ^{n.s.}		
Error	72	0.21	0.026	0.153	0.157	0.004	93	0.459		
C.V (%)		9.9	7.4	8.5	8.2	6.7	9.8	12.6		

*, **, se refiere a P<F al 10, 5 y 1% de significancia, respectivamente. ^{n.s.} Se refiere a no significativo

la varianza en el ANOVA se observó en el componente nitrógeno, indicando de esta manera que fue el factor de mayor importancia, seguido por el efecto encontrado a través de los años (Cuadro 2).

Tanto en el rendimiento de grano como en el contenido de N en la hoja y peso de mazorcas los mayores valores se observaron en el sistema RCan seguido por RCan + Gram y estos dos superaron significativamente a los sistemas sin rotación de la leguminosa (SRas y RGr) (Cuadro 3).

Al comparar los sistemas que contienen rastrojos de gramíneas (RCan + Gram vs RGr) se encontró que el sistema que contiene Canavalia y gramínea superó en 0.78 t/ha al sistema con rastrojo de gramíneas como único mantillo. Esto demuestra el beneficio de incorporar la Canavalia, es decir, al reducir la relación C/N con el uso de las leguminosas se incrementó el rendimiento de grano. Esto también se observó cuando se compararon los sistemas RCan vs RCan + Gram, en donde el primero superó al segundo en 0.24 t/ha. Al no obtener diferencias significativas entre el número de plantas/m² se puede concluir que la diferencia en rendimiento en los sis-

temas que involucraron Canavalia se debe a la mejor eficiencia en el llenado de mazorcas (productividad).

El contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca en los distintos sistemas fue incrementándose a medida que se aumentó los niveles N. El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias significativas para este factor. Todos los sistemas tuvieron una respuesta de manera similar, pero en el sistema RGr se encontraron los valores más bajos, mien-

CUADRO 3. RESULTADO DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y OTROS COMPONENTES. LOS CASTILLOS, PANAMÁ. 1996-1998.

Sistema	Dosis de N (kg/ha)			
	0	75	150	Prom.
Rendimiento Grano (t/ha)				
RGr	2.41	4.81	5.02	4.08
SRas	2.64	4.66	5.40	4.23
RCan+Gram	3.40	5.47	6.16	5.01
RCan	3.83	5.68	6.23	5.25
Peso mazorca (g)				
RGr	55.2	101.9	106.5	87.91
SRas	58.9	99.3	112.4	90.23
RCan+Gram	77.0	112.8	127.7	105.9
RCan	82.6	120.9	129.5	111.0
Rendimiento Rastrojo (t/ha)				
RGr	3.42	5.33	6.24	4.99
SRas	3.23	5.15	6.05	4.81
RCan+Gram	4.29	5.79	7.21	5.76
RCan	4.50	6.16	6.91	4.87
Contenido de N en la hoja (%)				
RGr	1.70	2.18	2.24	2.04
SRas	1.71	2.36	2.55	2.22
RCan+Gram	1.81	2.36	2.52	2.23
RCan	1.91	2.44	2.67	2.34

tras que el sistema RCan presentó los mayores porcentajes de N en la hoja (Cuadro 3).

Tanto en 1996 como en 1998 (años con buena precipitación pluvial), el sistema sin rastrojo (SRas) rindió 0.50 y 0.09 t/ha más que el sistema RGram. En el año 1997 (año con menor precipitación) el resultado fue inverso, siendo el sistema SRas superado en 0.14 t/ha por el sistema RGram (Cuadro 4). Esta respuesta se ha podido dar, por los beneficios positivos que tiene el rastrojo en lo que se refiere a conservación de la humedad. El resultado de los años 96 y 98 es similar a los resultados obtenidos por Zea y Bolaños (1997), en donde el mantillo de maíz tiene una interacción negativa con el rendimiento de grano, principalmente a dosis bajas de nitrógeno. Esto se explica por la inmovilización del N aplicado al cultivo

por parte del rastrojo de maíz (relación C/N alta).

El efecto de los años fue el factor con mayor varianza después del efecto de nitrógeno para las variables RendG, CNit, Mzm² y Ptm². El rendimiento de grano aumentó, tanto para los sistemas como para los niveles de N evaluados. Cabe señalar que, a pesar del mayor rendimiento a través de los años, la proporción o diferencia encontrada entre las dosis de N es similar en los tres años (Cuadro 4).

En cuanto a las variables del componente del rendimiento de grano, se observó que en el sistema RGram se encontró el menor número de mazorcas/m². El análisis de varianza de esta variable mostró diferencias significativas con respecto a los otros tres sistemas. Los componentes del rendimiento como lo son plantas/m² y el número de ma-

zorcas/plantas presentaron valores muy similares a través de los distintos sistemas (Cuadro 5).

CUADRO 4. RENDIMIENTO DE GRANO POR SISTEMAS Y NIVELES DE N, SEGÚN AÑO. LOS CASTILLOS, PANAMÁ. 1996-1998.

Sistemas	1996	1997	1998	Prom.
RGram	2.82	3.90	5.53	4.08
SRas	3.32	3.76	5.62	4.23
RCan+Gram	4.26	4.71	5.27	5.01
RCan	4.56	4.98	5.25	5.25
Promedio	3.74	4.34	5.42	
Niveles N				
0	2.07	2.66	4.06	3.07
75	4.24	4.86	5.87	5.15
150	4.90	5.49	6.31	5.70

Análisis de Regresión

El resultado del análisis de regresión cuadrática de la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de N por sistema, en cada año, se observa en el Cuadro 6. Los coeficientes de regresión obtenidos en el análisis combinado en cada siste-

CUADRO 6. VALORES PARA LA CURVA DE RESPUESTA DE RENDIMIENTO DE GRANO EN FUNCIÓN DE LAS DOSIS DE N APLICADA. LOS CASTILLOS, 1996-1998.

Sistemas	Int.	b ₀	b ₁	R ²	Dosis óptima de N	Rend Máximo
RGram						
96	1361**	46.49**	-0.217**	0.92	107	3.851
97	1178**	56.61**	-0.251**	0.93	118	5.317
98	4086**	33.61**	-0.115 ^a	0.79	146	6.542
Combinado	2408**	46.57**	-0.194*	0.48	120	5.023
SRas						
96	1554**	42.48**	-0.152*	0.84	139	4.522
97	1958**	37.72**	-0.110*	0.90	171	5.192
98	4401**	26.20**	-0.079*	0.89	166	6.573
Combinado	2638**	35.46**	-0.114 ^{n.s.}	0.52	155	5.395
RCan+Gram						
96	2319**	29.43**	-0.075*	0.91	208	6.183
97	3321**	26.91**	-0.068*	0.83	198	5.993
98	4555**	46.12**	-0.208*	0.84	111	7.112
Combinado	3402**	36.71**	-0.122 ^{n.s.}	0.61	150	6.164
RCan						
96	3055**	29.43**	-0.075*	0.92	196	5.942
97	3569**	35.09**	-0.131*	0.79	134	5.919
98	4851**	35.81**	-0.142*	0.90	126	7.109
Combinado	3825**	33.45	-0.116 ^{n.s.}	0.61	144	6.236

^a, ^{**} se refiere a P<F al 10, 5 y 1% de significancia, respectivamente. ^{n.s.} Se refiere a no significativo

CUADRO 5. NÚMERO DE PLANTAS Y MAZORCAS POR METRO CUADRADO Y MAZORCAS POR PLANTA. LOS CASTILLOS, 1996-1998.

Sistemas	Dosis de N (kg/ha)			
	0	75	150	Prom
Plantas/m²				
RGram	4.83	4.83	4.70	4.79
SRas	4.88	4.76	4.79	4.81
RCan+Gram	4.82	4.88	4.88	4.86
RCan	1.91	4.83	4.87	4.87
Mazorcas/m²				
RGram	4.18	4.69	4.66	4.51
SRas	4.26	4.67	4.78	4.57
RCan+Gram	4.36	4.83	4.83	4.67
RCan	4.61	4.69	4.81	4.70
Mazorcas/planta				
RGram	0.87	0.97	0.99	0.94
SRas	0.87	0.99	0.99	0.95
RCan+Gram	0.90	0.99	0.99	0.96
RCan	0.94	0.97	0.99	0.96

ma es menor que el análisis por año. Este resultado implica que la respuesta observada en cada año ha variado, por lo que, el análisis combinado no expresa la mejor respuesta. Sumado a esto, se observó que los coeficientes b_0 y b_1 , presentaron significancias estadísticas menores del 10% en el análisis por año, mientras que en el combinado, el coeficiente de la respuesta cuadrática (b_2) no fue significativo.

Con relación a la dosis de N que optimiza el rendimiento, se observó que tanto en el sistema sin rastrojo, como en el sistema de rastrojo de

gramíneas, el valor de esta dosis ha presentado una tendencia de aumentar a través de los años. Por el contrario, en los sistemas que involucran Canavalia (RCan y RCan + Gram), la tendencia de esta dosis ha sido la de disminuir a través de los años. Las implicaciones que tiene este resultado sugieren que la Canavalia ha ido mejorando el suelo, de tal forma que el rendimiento máximo se obtuvo con menos N, lo que se refleja en una disminución en los costos de producción.

Análisis Económico

Se realizó el análisis económico a cada sistema por año. Para esto se utilizó la metodología de Jauregui y Saín (1990), en donde se igualó la primera derivada de la ecuación de respuesta a la relación de precios relevantes. Para este análisis, el precio de campo de un kg de N y maíz fue de 0.72 y 0.19 balboas, respectivamente, en tanto que la tasa mínima de retorno de los agricultores del área durante el ciclo del cultivo fue de 15%.

El cálculo de la dosis óptima económica de nitrógeno en la regresión cuadrática en los sistemas que incluyen Canavalia indicó que ésta disminuyó a través de los años, mientras que los sistemas SRas y RGram aumentó. Este

CUADRO 7. ANÁLISIS ECONÓMICO MARGINAL DE LA EVALUACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE RESIDUOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ. LOS CASTILLOS, 1996-1998.

	Nº Econ	Rend	Ing. Bruto	Costo N	Costo Can	Costo Total	Ing. Neto	TMR
1996								
RGram	97.1	3.829	727.53	69.90	0.00	69.90	657.64	
SRas	125.4	4.491	853.25	90.29	0.00	90.29	762.96	516.5
RCan	167.1	5.879	1116.97	120.35	36.00	156.35	960.62	299.2
RCan+Gram	183.9	6.130	1164.68	132.40	36.00	168.40	996.28	295.8
1997								
RGram	110.1	5.298	1006.67	79.25	0.00	79.25	927.43	
SRas	151.6	5.148	978.21	109.19	0.00	109.19	869.02	d
RCan	117.3	5.883	1117.69	84.45	36.00	120.45	997.24	169.4
RCan+Gram	165.8	5.923	1125.46	119.39	36.00	155.39	970.07	218.7
1998								
RGram	127.2	6.500	1235.08	91.57	0.00	91.57	1143.51	
RCan+Gram	100.4	7.089	1346.86	72.28	36.00	108.28	1238.58	569.0
SRas	138.2	6.513	1237.50	99.53	0.00	99.53	1137.97	d
RCan	110.7	7.075	1344.29	79.74	36.00	115.74	1228.56	d

d Tratamiento dominado

cambio a través de los años influyó en el costo total por sistemas. En el Cuadro 7 se observa como en los dos primeros años el orden en relación con los costos de los sistemas no varió, ya que para 1998, el sistema RCan + Gram pasó de ser el más costoso al segundo más barato.

El resultado del análisis de retorno marginal se encuentra en el Cuadro 7. En el primer año, los sistemas que involucran la Canavalia tuvieron una Tasa Marginal de Retorno (TMR) muy cercana al 300%, pero fueron superadas por el sistema SRas con una TMR de 516.5%. El análisis del segundo año indicó que estos sistemas fueron los más rentables y dominaron al sistema SRas. En el tercer año nuevamente sobresalió el sistema RCan + Gram siendo el más rentable (TMR= 569%). Este resultado indica que debido a la disminución en las dosis óptimas de N y el incremento en el potencial de rendimiento en los sistemas con Canavalia, éstos se tornan más rentables después de siembras continuas en el mismo terreno. Esto sugiere que para realizar un análisis económico a este tipo de ensayos, se debe realizar de mediano a largo plazo, ya que, después de un solo año se pueden llegar a conclusiones erradas.

CONCLUSIONES

- Rastrojos con una alta relación de C/N reducen el potencial de rendimiento de grano de maíz.
- En los sistemas que involucran Canavalia la dosis óptima de Nitrógeno tiende a reducir a través de los años.
- En los sistemas de rastrojo de gramíneas y sin rastrojos la dosis que optimiza el rendimiento de grano tendió a aumentar a través de los años.
- La respuesta del maíz a la aplicación de N fue altamente significativa en todos los sistemas evaluados.
- Los sistemas que involucran Canavalia son más rentables a través de los años.

BIBLIOGRAFÍA

- COSTA, M.B. da. 1993. Adubação verde no sul do Brasil, 2a Edição. Rio de Janeiro AS-PTA. 346 p.

- GORDÓN, R.; FRANCO, J.; DE GRACIA, N.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, A.; DE HERRERA, A.; 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.
- HERRERA, A. P. DE; SAÍN, G.; VILLARREAL, G. 1997. Estudio de adopción de la labranza de conservación en el cultivo de Maíz en la Región de Azuero, Panamá, 1994. *En* Síntesis de resultados experimentales del PRM, 1993-1995. Vol. 5. pp. 198-220.
- JAUREGUI, M. A.; SAÍN, G. E. 1990. Continuous economic analysis of crop response to fertilizer in on farm research, CIMMYT, México, D.F. 125 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Tropical Legumes Resources for the future. Washington, D.C. pp. 292-332.
- 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.
- ZEAL, J. L.; BOLAÑOS, J. 1997. El uso de rastrojo de Maíz como mantillo superficial y sus implicaciones en la economía del Nitrógeno. *En* Síntesis de resultados experimentales del PRM, 1993-1995. Vol. 5. pp. 154-158.

ESTIMACIÓN Y COMPARACIÓN DE PARÁMETROS DE ESTABILIDAD PARA DETERMINAR LA RESPUESTA DE RENDIMIENTO DE GRANO EN CULTIVARES DE MAÍZ, PANAMÁ, 1996-98.

Ismael Camargo B.¹ y Román Gordón M.²

RESUMEN

La obtención de genotipos que interaccionan lo menos posible con el ambiente ha sido un objetivo que persiguen los fitomejoradores, esto con la finalidad de desarrollar materiales que garanticen una buena productividad a través de ambientes contrastantes. Existen diferentes métodos de análisis de la interacción genotipo-ambiente (Westcott, 1986; Becker y León, 1988; Crossa, 1990); sin embargo, la aplicación de cualquiera de estas metodologías puede implicar conceptos diferentes de estabilidad fenotípica (Lin y col., 1986; Becker y León, 1988). Este estudio se realizó con el objetivo de estimar y comparar parámetros de estabilidad de ocho cultivares de maíz evaluados en 25 ambientes (tres años) usando modelos de regresión lineal de Finlay y Wilkinson (1963) (F&W); modelo de Eberhat y Russell (1966) con tres variantes: 1) todos los ambientes (E&RG); 2) solamente los ambientes con índices positivos (E&RP) y 3) ambientes con índices negativos (E&RN), análisis de componentes principales (ACP) y modelo AMMI. A pesar de que los análisis de varianza con los diferentes modelos detectó la significación de la interacción genotipo ambiente, AMMI es el que ofrece el análisis estadístico más apropiado para estimar la respuesta de los cultivares al ambiente. En este sentido, la gráfica AMMI Plot (PCA1) explica solamente el 42% de la interacción; en cuanto al AMMI Biplot (PCA1 vs PCA2), explica el 73% de la interacción genotipo ambiente en este estudio. Por otro lado, el modelo E&R permite una mejor interpretación del comportamiento de los genotipos cuando se evalúa su b_i en ambientes de alto y bajo rendimiento. Los parámetros estimados por estos modelos fueron correlacionados entre sí, se observaron coeficientes de correlación altos y significativos entre E&R vs F&W (0.98), E&R vs ACP (-0.97) y E&RP vs AMMI (0.88).

1 Fitomejorador, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

2 Ing. Agrónomo, M.Sc., Entomología, IDIAP-CIAZuero.

ESTIMATION AND COMPARISON OF STABILITY PARAMETERS TO DETERMINE GRAIN YIELD RESPONSE OF CORN CULTIVATIONS. PANAMÁ, 1996-98.

Obtention of genotypes that less possible interact with environment has been the objective that follow plant breeders. This is with the goal of developing materials that guarantee good productivity through the contrast environments. There are different methods of genotype-environmental interactions ((Westcott, 1980; Becker and Leon, 1988; Crossa, 1990); however, the application of any of these methodologies can imply different concepts of phenotypic stability (Lin y col, 1986; Becker y León, 1988). This study was implemented with the objective of estimate and compare stability parameters of eight corn cultivations evaluated in 25 environments (three years) using linear regression analysis of Finlay and Wilkinson (1963) (F&W); Eberhart and Russell (1966) model with three variants: 1) all environments (E&RG); 2) only environments with positive index (E&RP), and 3) environments with negative index (E&RN); principal component analysis (PCA) and AMMI model. Despite of the analysis of variance with the different models, detected significant genotype-environmental interaction, AMMI is the one that offer the most appropriated statistical analysis to determinate the cultivation response to the environment. In this sense, AMMI plot (PCA1) explains only 42% of the interaction; furthermore, AMMI Biplot (PCA1 vs PCA2), explains 73% of the genotype-environmental interaction in this study. On the other hand, ER model recovers best interpretations of genotype behaviors when evaluate their bi in high and low yield environments. Estimated parameters from the models were correlated among them and it was observed high and significant correlation coefficients between E&R vs F&W (0.98), E&R vs PCA (-0.97) and E&R vs AMMI (0.88).

INTRODUCCIÓN

La interacción genotipo ambiente (GxA) es un fenómeno que afecta el comportamiento de los genotipos cuando son evaluados a través de ambientes contrastantes (localidades, épocas, años, otros), dificultando la identificación y selección de los genotipos superiores. El análisis de varianza y regresión conjunta, es una metodología empleada ampliamente para explicar la interacción

GxA (Finlay y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966; Perkins y Jinks, 1968).

Técnicas multivariadas también han sido usadas para estudiar los efectos de la interacción GxA; por ejemplo, el análisis de componentes principales (ACP), análisis de coordenadas principales, análisis de conglomerados (Crossa, 1990; Westcott, 1986). El desarrollo del modelo AMMI

(Efectos principales aditivos e interacción multiplicativa), que integra análisis de varianza y de componentes principales (Zobel y col., 1988) ha mostrando su eficiencia para explicar una proporción de la suma de cuadrados de la interacción, superior a la obtenida con el análisis de varianza y regresión conjunta (Gauch y Zobel, 1988; 1989; Zobel y col., 1988), Crossa, 1990; Crossa y col., 1990; Crossa y col., 1991). Por otro lado, independientemente de la metodología empleada para estimar la interacción GxA, hay que tener claro a cual concepto de estabilidad se refiere. Becker (1981), Lin y col. (1986) y Becker y León (1988) definen conceptos de estabilidad fenotípica que se complementan del punto de vista estadístico, biológico y agronómico.

La obtención y recomendación de genotipos con baja interacción GxA ha sido uno de los propósitos del proyecto de mejoramiento genético de maíz. Para definir el modelo más eficiente en discriminar los genotipos sobre la base de su respuesta diferencial con los ambientes se hizo el presente trabajo con el objetivo de: 1) Comparar la eficiencia de los análisis de varianza basándose en la estructura del ANOVA, modelos de regresión, análisis de componentes principales y el modelo AMMI; 2) Comparar y correlacionar entre sí los parámetros de estabilidad que estiman estos modelos y 3) Determinar la respuesta de los genotipos a

los ambientes a través de los modelos estudiados y definir cuál de ellos ofrece mayor confianza para fines de recomendación comercial de cultivos. La hipótesis planteada es la similitud de los métodos en cuanto a su poder para explicar la interacción genotipo-ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo uniforme de rendimiento durante tres años consecutivos. En total se realizaron 25 experimentos durante este mismo período, estableciéndose 11, 7 y 7 localidades para los años 1996, 1997 y 1998, respectivamente.

En cada localidad fueron evaluados ocho cultivares de maíz, provenientes de las empresas privadas que disminuyen semilla en el país (X-3018, X-3001W, X-3031 y HS-6) y del Proyecto de maíz del IDIAP (P-8916, G-8128, P-9490 y P-9422). El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. De acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$X_{i,j,l} = \mu + g_i + b_{j,l} + a_l + (g a)_{i,l} + e_{i,j,l}$$

En donde:

$X_{i,j,l}$ = Valor del carácter estudiado

μ = Media general

- g_i = Efecto de Genotipo
 $b_{j/L}$ = Efecto de bloques dentro de repetición
 a_L = Efecto de ambiente
 $(g a)_{iL}$ = Efecto de la interacción Genotipo Ambiente
 e_{ijk} = Error Experimental

El análisis de varianza por localidad y combinado se realizó considerando un modelo mixto (ambiente aleatorio y genotipo fijo). Las unidades experimentales estuvieron constituidas de dos hileras de 5.5 m de longitud, espaciadas a 75 cm entre hileras y 50 cm entre posturas, con dos plantas por postura después del deshielo. El resto del manejo agronómico de estos ensayos es el que propone el IDIAP (Gordón y col., 1996).

Para estimar la interacción genotipo por ambiente, los datos de rendimiento fueron sometidos a un análisis estadístico combinado usando el programa MATMODEL (Gauch, 1986; Gauch y Furnas, 1991). MATMODEL realiza análisis de varianzas (ANOVA), análisis de regresión lineal (Método Finlay y Wilkinson, 1963), análisis de componentes principales (ACP) y análisis de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (Modelo AMMI). Los modelos matemáticos involucrados en estos análisis son presentados por Finlay y Wilkinson 1963; Zobel y col., 1988; y Crossa, 1990.

Adicionalmente, estos datos fueron sometidos al análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966), así como a una modificación a este modelo propuesta por Verma y Chahal (1978). Los diferentes estadísticos que estiman la estabilidad o respuesta de los genotipos al ambiente, obtenidos con cada modelo fueron correlacionados entre sí, por medio de la correlación de Pearson para estimar la relación lineal entre ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Análisis de Varianzas

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los análisis de varianzas (ANOVA, F&W, ACP y AMMI). En el ANOVA se observa que el efecto ambiental captura 48% de la suma de cuadrados total (SCT) poniendo en evidencia la gran variabilidad ambiental, en tanto que el efecto de los genotipos capturó apenas el 12%. La interacción $G \times A$ fue altamente significativa capturando 20% de la SCT, excediendo la proporción obtenida para el efecto principal de genotipo; ésta es una situación típica de ANOVA (Zobel y col., 1988). En el análisis de F&W, la regresión conjunta fue significativa, capturando apenas el 4% de la SC de la interacción. El análisis de regresión completo explica el 13% de la SC de la

interacción GxA, con el 17.9% de los grados de libertad. La dependencia que existe entre el promedio de los genotipos y los promedios de los ambientes explica la ausencia de significación observada en las fuentes de variación (Regr. Amb. y Regr. Gen.), tal vez por el bajo número de genotipos, es decir, menos de 15 (Freeman y Perkins, 1971). A pesar de que este modelo de regresión analiza los efectos principales y la interacción, en ocasiones, puede confundir estos efectos reduciendo el poder estadístico de la prueba de significancia (Wright, 1971). Esta metodología permite un conocimiento adecuado de la interacción GxA cuando

los ambientes no son tan contrastantes (Yau, 1995). En este estudio, la amplia diversidad de ambientes y no el número de ambientes (25) fue un factor que afectó la efectividad de este modelo de regresión (Westcott, 1986).

El análisis de componentes principales captura en el PCA1 el 49% de la SCT, lo que indica una alta eficiencia estadística, pero no describe los efectos principales aditivos ni la interacción, sugiriendo además, que el modelo puede confundir la información sobre

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA, F&W, ACP Y ANÁLISIS AMMI, PARA PRODUCCIÓN DE GRANO DE OCHO GENOTIPOS EN 25 AMBIENTES. PANAMÁ 1996-1998.

F de Var	G.L.	SC	CM	% (a)
ANOVA				
Total	599	892.818	1.491	—
Ambiente	24	425.245	17.718**	47.629
Genotipo	7	106.712	15.245**	11.952
G x A	168	177.194	1.055**	19.847
Error	350	130.398	0.373	
F & W				% (b)
Regr.	1	6.980	6.980**	3.939
Regr. Amb.	23	12.556	0.546 ^{n.s.}	7.086
Regr. Gen.	6	3.577	0.596 ^{n.s.}	2.019
Residual	128	154.081	1.117**	86.956
ACP				% (a)
PCA1	32	438.493	13.703**	49.113
PCA2	30	119.573	3.986**	13.393
Residual	137	151.085	1.103**	16.922
AMMI				% (b)
PCA ₁	30	74.685	2.489**	42.149
PCA ₂	28	54.099	1.932**	30.531
Residual	110	48.411	0.440 ^{n.s.}	27.320

*** = $P < 0.05$ y 0.01 respectivamente n.s. = $P > 0.05$

% a = % de la SC respecto a SCT

% b = % de la SC respecto a SC de GxA

las medias asociadas a genotipo-ambiente y a la interacción de manera inadecuada (Zobel y col., 1988).

Es notable que el modelo AMMI completo captura el 94.6% de la SCT y el residuo apenas el 5.4%. El primer eje del componente principal (PCA1) implica el 42% de la suma de cuadrado de la interacción con 18% de los grados de libertad, indicando su importancia en las estimaciones de las puntuaciones

para medir la respuesta de los genotipos a los ambientes. El PCA1 con el mismo número de grados de libertad que el modelo de regresión, explica 3.23 veces más la SC de la interacción. Por otro lado, el PCA2 captura el 31% de la SC de la interacción. Entre el PCA1 y PCA2 explican el 73% de la interacción GxA, justificando el uso de ambos ejes en la elaboración del gráfico Biplot para la identificación de los genotipos que menos interaccionan con el ambiente (Gabriel 1971, Kempton, 1984). El primer eje del componente principal (PCA1) maximiza la variación entre genotipos, en cuanto que en el segundo eje (PCA2) maximiza la variación remanente (Crossa, 1990). Entre los cuatro modelos comparados (ANOVA, F&W, ACP y AMMI), AMMI es el más versátil. Zobel y col. (1988) consideró que los otros tres modelos son subcasos del modelo

AMMI. La importancia de AMMI desde el punto de vista agronómico aumenta con el empleo de los gráficos AMMI Plot (Figura 1) y AMMI Biplot (Figura 2), ya que ambos permiten visualizar claramente el comportamiento de los genotipos, los ambientes y su interacción facilitando su interpretación (Zobel y col., 1988; Crossa, 1990).

2. Parámetros de Estabilidad

En el Cuadro 2 se observan los parámetros de estabilidad estimados a través de los modelos de regresión propuestos por Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russell (1966). La estabilidad de los genotipos es definida en función del coeficiente de regresión (b_i) y de su rendimiento medio ($\bar{y}_i$). En el caso del modelo de F&W, cuando el genotipo exhibe el $b_i=0$, se aplica el

CUADRO 2. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO (t/ha) Y COEFICIENTES DE REGRESIÓN (b_i) DE OCHO GENOTIPOS EN 25 LOCALIDADES SEGÚN DISTINTOS MODELOS.

Genotipos	F&W		E&R		E&R (LAR)		E&R (LBR)	
	Rend	b_i	Rend	b_i	Rend	b_i	Rend	b_i
P-8916	5.02	0.12	5.02	1.17	5.72	1.14	4.03	0.99
G-8128	4.00	-0.38	4.00	0.68	4.53	0.51	3.62	0.70
P-9490	5.34	0.14	5.34	1.13	6.00	1.23	4.49	1.40
P-9422	5.08	-0.03	5.08	1.02	5.86	0.50	4.43	2.09
X-3018	4.76	0.11	4.76	1.07	5.35	1.44	3.98	0.79
X-3001VV	5.46	0.08	5.46	1.08	6.38	1.33	4.72	0.38
X-3031	5.19	-0.02	5.19	0.99	5.65	1.08	4.28	1.04
HS-6	4.92	-0.03	4.92	0.93	5.49	1.28	4.13	0.56
Promedio	4.97	25 Loc's	4.97	25 Loc's	5.62	14 Loc's	4.21	11 Loc's

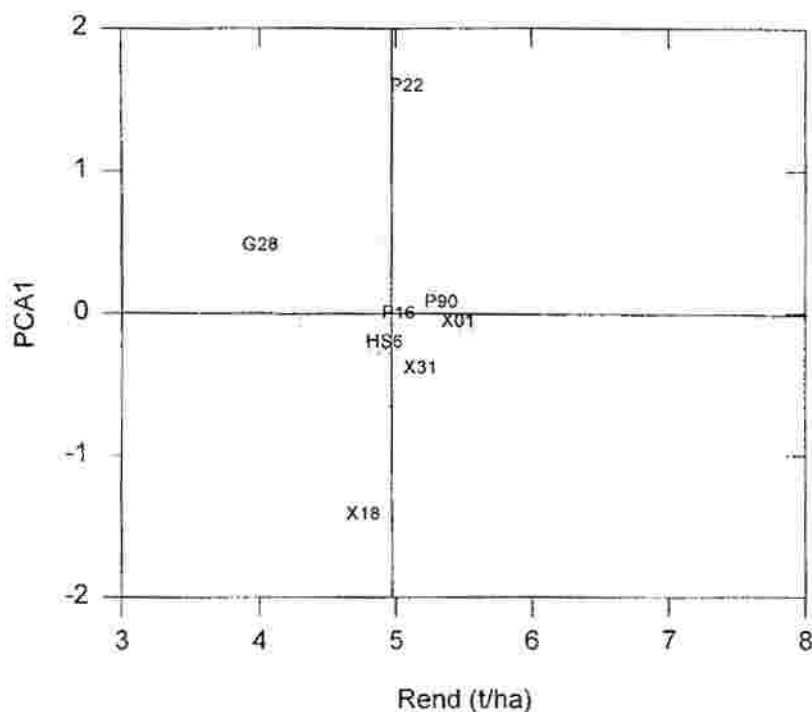


FIGURA 1
MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PUNTUACIONES DEL PRIMER EJE
DEL COMPONENTE PRINCIPAL DE OCHO CULTIVARES DE MAÍZ
EN 25 AMBIENTES DE PANAMÁ
(AMMI Biplot)

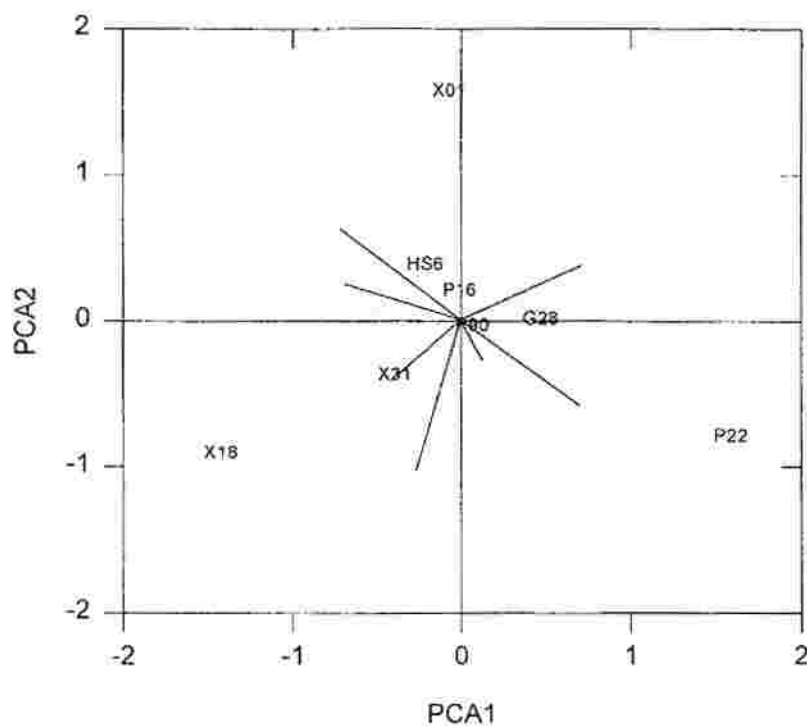


FIGURA 2
PUNTUACIONES DEL PRIMER Y SEGUNDO EJE DEL
COMPONENTE PRINCIPAL DE OCHO CULTIVARES DE MAÍZ EN
25 AMBIENTES DE PANAMÁ
(AMMI Biplot)

concepto de estabilidad en sentido biológico, que equivale a un cultivar que muestra un desempeño constante con la variación del ambiente. Por otro lado, cuando el cultivar exhibe un $bi=1$, corresponde al concepto de estabilidad en sentido agronómico, se refiere al genotipo de baja interacción con el ambiente (Ramalho y col., 1993). Los conceptos de estabilidad en sentido biológico y agronómico fueron definidos por Becker (1981).

Para Eberthart y Russell (1966), el cultivar ideal es aquel que representa un $bi=1$, $S^2di=0$ y con media de rendimiento alta. Esta metodología está en concordancia con el concepto agronómico de estabilidad de Becker (1981). Por otro lado, Westcott (1986) y Crossa (1988, 1990) destacan algunas limitaciones estadísticas y biológicas observadas con los modelos de regresión para estimar estabilidad en el modelo de Eberthart y Russell (1966); por ejemplo, cuando ambientes muy contras-

tantes son considerados en el análisis, ocasionan variaciones sustanciales en las estimaciones de los bi , debido a la dependencia que existe entre el promedio de los genotipos y los promedios marginales de los ambientes usados para calcular los índices ambientales. Para minimizar esta debilidad del modelo, Verma y Chahal (1978) propusieron subdividir los ambientes en dos grupos en función del signo del índice ambiental. De esta manera, los ambientes con índices negativos son clasificados como localidades de bajo rendimiento (LBR) y aquellos con índices positivos, como localidades de alto rendimiento (LAR). Así, para cada genotipo se estiman dos coeficientes (bi). La estabilidad de los genotipos es determinada por la combinación de su bi en LBR y LAR. Verma y Chahal (1978) y Crossa (1988) proponen una clasificación de los genotipos basados en su bi en LBR y LAR (Cuadro 3).

CUADRO 3. CLASIFICACIÓN DE GENOTIPOS SOBRE LA BASE DEL COEFICIENTE DE REGRESIÓN (bi) ESTIMADOS EN DOS GRUPOS DE AMBIENTES.

bi		Genotipos:
LBR	LAR	
<1.0	<1.0	Con adaptación a LBR
>1.0	<1.0	Con adaptación LBR
<1.0	=1.0	Ideal
<1.0	>1.0	Ideal
>1.0	>1.0	Con adaptación a LAR

Los valores de los ejes en el análisis de componentes principales, describen los patrones de respuesta de los genotipos, por medio de un índice de sensibilidad. Los puntajes positivos describen los genotipos con mejor comportamiento en ambientes de alto rendimiento, lo contrario ocurre con los puntajes negativos (Cuadro 4). Si es un valor de cero o próximo a

CUADRO 4. MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PARÁMETROS DE ESTABILIDAD DE OCHO GENOTIPOS EN 25 LOCALIDADES, SEGÚN LOS MODELOS ACP Y AMMI.

Genotipos	Rend	ACP		AMMI	
		PCA1	PCA2	PCA1	PCA2
P-8916	5.02	-1.366	0.019	-0.010	0.198
G-8128	4.00	-0.619	1.949	0.469	0.002
P-9490	5.34	-1.412	-0.514	0.650	-0.040
P-9422	5.08	-1.161	0.177	-0.215	0.376
X-3018	4.76	-1.373	0.869	-1.428	-0.918
X-3001W	5.45	-1.216	-1.186	-0.070	1.561
X-3031	5.19	-1.216	-0.237	-0.397	-0.379
HS-6	4.92	-1.628	0.037	1.586	-0.799

éste, indica que el genotipo tiene una sensibilidad media (Cruz, 1992).

En cuanto a las puntuaciones AMMI, las mismas no miden propiamente la estabilidad, sino el grado de interacción del genotipo con el ambiente. Cuando un genotipo presenta en el PCA un valor próximo a cero, indica una interacción pequeña; cuando ambos valores del PCA tienen el mismo signo, su interacción es positiva; si son diferentes, es negativa (Crossa, 1990). Este mismo autor indica que el modelo AMMI ha sido de utilidad para una mejor interpretación de la interacción GxA para la obtención de una mejor estimación del rendimiento, en consecuencia, de la respuesta de los genotipos en una amplia gama de ambientes.

En el Cuadro 5 se observa cuatro correlaciones altas y significativas. Es notable la alta correlación observada entre los parámetros obtenidos por los métodos de regresión de E&R vs F&W y de ambos métodos de regresión vs ACP (E&R vs ACP y F&W vs ACP). La elevada asociación entre ambos parámetros puede deberse a que el análisis multiplicativo es considerado una generalización natural del análisis de regresión conjunta (Cruz, 1992; Crossa, 1990).

Los coeficientes bi estimados para E&RP y E&RN vs AMMI estuvieron correlacionados, lo que hace esta estratificación de ambientes una herramienta interesante en el estudio de la interacción genotipo-ambiente.

3. Respuesta de los Cultivares

Los parámetros de estabilidad que definen la respuesta de los genotipos al ambiente en los cuatro modelos comparados se observan en los Cuadros 2 y 3 y en las Figuras 1 y 2. El modelo de F&W identificó como genotipos estables ($b_i=0$), al P-9422, X-3001W y X-3031; estos mismos cultivares fueron detectados como los de mayor estabilidad por el modelo E&R. Estos resultados explican la alta correlación encontrada entre ambos modelos (Cuadro 5).

CUADRO 5. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE ESTABILIDAD PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN OCHO CULTIVARES DE MAÍZ.

	E&R	E&RP	E&RN	F&W	ACP
E&R	—				
E&RP	0.44 ^{n.s.}	—			
E&RN	0.23 ^{n.s.}	0.68 [⊗]	—		
F&W	0.98**	0.56 ^{n.s.}	0.13 ^{n.s.}	—	
ACP	-0.97**	-0.56 ^{n.s.}	-0.10 ^{n.s.}	-0.99**	—
AMMI	-0.24 ^{n.s.}	0.88*	0.64 [⊗]	-0.38	0.35

⊗ *, ** = P<0.10, P<0.05 Y P<0.01 respectivamente.

No obstante, cuando se determinó el bi de Eberhart y Russell (1996), según la modificación de Verma y Chahal (1978), se consideró al híbrido P-9422 como un genotipo ideal, mientras que el X-3001W es considerado con buena adaptación para ambientes neutrales. El X-3031 fue clasificado con buen comportamiento en ambientes favorables.

La estratificación de los ambientes sugeridos por Verma y Chahal (1978) permitió un análisis más completo de la respuesta de los genotipos al ambiente, si es comparado con el modelo original. Sin embargo, pone en evidencia una de las críticas a este modelo en el sentido de que las magnitudes del bi sufren cambios significativos cuando ambientes muy contrastantes son considerados en el análisis (Wescott, 1986; Crossa, 1990). Por otro lado, la aplicación de la modificación propuesta puede ser limitada por el número de ambientes considerados en estudios específicos.

De acuerdo a lo discutido anteriormente, el modelo AMMI es el más eficiente de los modelos comparados para explicar con más detalles la interacción genotipo ambiente. Al considerar las puntuaciones del primer eje del componente principal de este modelo, los genotipos que menos interaccionaron con el ambiente fueron los híbridos P-8916 y X-3001W. La gráfica de AMMI Plot (Figura 1) que explica el 42% de la interacción, también refleja esta respuesta.

Por otro lado, la gráfica que muestra el AMMI Biplot (que explica el 73% de la interacción en este caso) indica que los cultivares P-9490, G-8128 y P-8916 son más estables porque están próximos al cruce de los ejes, en donde los valores de PCA1 y PCA2 son cercanos a cero, o sea, no hay interacción (Figura 2). De la misma forma, los ambientes L1 y L2 que están más cerca del centro discriminan menos los genotipos. Contrario a las localidades L6, L9, L18 y L20, que están más alejadas del centro, interaccionan más con los genotipos. Al comparar el análisis de ambos gráficos, se observa que el gráfico de AMMI Biplot explica mejor la interacción entre los genotipos y el ambiente, siendo éste, el método más recomendable para hacer las sugerencias de los cultivares que se van a utilizar a escala comercial.

CONCLUSIONES

- ➡ Todos los modelos estudiados fueron capaces de identificar la interacción genotipo-ambiente; sin embargo, el modelo AMMI fue el más eficiente para explicarla.
- ➡ Hubo una alta correlación entre los parámetros de estabilidad estimados a través de los modelos de regresión (F&W vs E&R) y el análisis de los componentes principales.

- ➡ La estratificación de los ambientes en dos grupos (alto y bajo rendimiento) permitió la estimación de los coeficientes de regresión que estuvieron correlacionados con el PCA1 de AMMI, sugiriendo que esta modificación de modelo de E&R es una herramienta interesante para el estudio de la interacción genotipo-ambiente.
- ➡ La interpretación de la gráfica AMMI Biplot ofreció un análisis más completo para explicar la interacción genotipo-ambiente y seleccionar los cultivares comerciales.

BIBLIOGRAFIA

- BECKER, H.C.; LEÓN, J. 1988. Stability Analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101:1-23
- BECKER, H.C. 1981. Correlation among some statistical measure of phenotypic stability. *Euphytica* 30: 835-840.
- CROSSA, J. 1988. A comparison of results obtained with two methods for assessing yield stability. *Theor. Appl. Genet* 75: 460-467.
- CROSSA, J. 1990. Statistical analysis of multi location trials. *Advances in Agronomy* 44: 55-85
- CROSSA, J.; GAUCH, JR., H.G.; ZOBEL, R.W. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop. Sci.* 30: 493-500.
- CROSSA, J.; FOX, P.N.; PFEIFFER, W.H.; RAJARAM, S.; GAUCH, JR., H.G. 1991. AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. *Theor Appl. Genet.* 81:27-37.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6: 36-40.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. 1963. The Analysis of Adaptation in plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- FREEMAN, G.H.; PERKINS, J.M. 1971. Environmental and genotype environmental components of variability. VIII. Relation between genotypes grown in different environments and measures of these environments. *Heredity* 27: 15-23.
- GABRIEL, K.R. 1971. The biplot graphical display of matrices with applications to principal component analysis. *Biometrika* 58: 453-467.

- GAUCH, H.G.; FURNAS, R.E. 1991. Statical analyses of yield trials with Matmodel. *Agron. J.* 83: 916-920.
- GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. 1988. Predictive and postdictive success of statistical analyses of yield trials. *Theor. Appl. Genet.* 76: 1-10.
- GAUCH, H. G.; ZOBEL, R.W. 1989. Accuracy and selection success in yield trial analyses. *Theor Appl. Genet.* 77: 443-481.
- GORDÓN, R.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J. 1996. Parcela de manejo integral del cultivo de maíz, Los Santos, Panamá, 1996. IDIAP. *En edición.* 4 p.
- KEMPTON, R. 1984. The use of biplot in interpreting variety by environment interactions. *J. Agron. Sci.* 103: 123-135.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITH, L.P. 1986. Stability Analysis. Where do we stand? *Crop Sci.* 26: 894-900.
- PERKINS, J.M.; JINKS, J.L. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. IV. Non-linear interactions for multiple inbred lines. *Heredity* 23: 525-535.
- RAMALHO, M.A.P.; BOSCO DOS SANTOS, J.; ZIMMERMANN, M.J. De O. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas; aplicações ao melhoramento do feijoeiro. pp. 137-169.
- VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S. 1978. Limitations of conventional regression analysis a proposed modification. *Theor. Appl. Genet.* 53: 89-91.
- WESTCOTT, B. 1986. Some methods of analyzing genotype environment interaction. *Heredity* 56: 243-253.
- WRIGHT, A.J. 1971. The analysis and prediction of some two-factor interactions in grass breeding. *J. Agron. Sci.* 76: 301-306.
- YAU, S.K. 1995. Regression and AMMI analyses of genotype x environment interactions: An empirical comparison. *Agron. J.* 87:121-126.
- ZOBEL, R.W.; WRIGHT M.J.; GAUCH, JR., H.G. 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.* 80: 388-393.

PRUEBA DE TECNOLOGÍA SOBRE EL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS
DE HOJA ANCHA EN POTREROS DE FINCA DEL PRODUCTOR.
GUALACA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ.

Bolívar Pinzón¹ Rubén Montenegro²

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) cuenta con resultados específicos sobre el uso de herbicidas para el control eficiente de malezas de hoja ancha de tipo herbáceas y arbustivas que en algunas áreas ecológicas representan serios problemas para la ganadería (Iturbide, 1981; Pinzón y Montenegro, 1988, 1989; Guerra y col., 1988; Pinzón y col., 1990; Hertentains y col., 1998).

La invasión de estas malezas se refleja en la disminución de la productividad de las pasturas y en el aumento en los costos para su control, lo que incide en la productividad animal y en la eficiencia económica de la actividad ganadera (Iturbide, 1981; Pinzón y Montenegro, 1988). Los resultados en control químico de malezas han sido validados, por lo que se considera probar esta tecnología en fincas de productores y compararla bioeconómicamente con el método tradicional de control, de chapeo o corte a machete.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en una finca ganadera del distrito de Gualaca, ubicada a una altura de 90 msnm; precipitación media anual de 4000 mm y temperatura anual promedio de 25 °C. El suelo es de baja fertilidad del orden inceptisol.

Se seleccionó un potrero de pasto Faragua (*Hyparrhenia rufa*) con una alta población de malezas representativas de la zona, con más de un metro de altura, potencialmente arbustos con sistemas radicales bien desarrollados, debido al corte y rebrote constante a través de los años.

Se establecieron cuatro parcelas de 600 m² cada una, sin repeticiones, en las que se aplicaron los siguientes herbicidas con sus respectivas dosis: Tordón (picloram + 2,4 D amina al 2%); Combo (picloram + metsulfuron metil al 0.28%); Ally (metsulfuron metil al 0.03%) y 2,4 D (2,4 D amina 6 lb al 2%) diluido en 360 litros de agua por hectárea.

¹ Ing. Agr., M.Sc. Fertilidad de Suelos. Estación Experimental de Gualaca. IDIAP, CIAOC.

² Agr., Asistente de Investigación. Estación Experimental de Gualaca. IDIAP, CIAOC.

La aplicación de los herbicidas se hizo al follaje en los primeros días de noviembre (1995) y la lectura final de los efectos se realizó en febrero de 1996.

Las aplicaciones se efectuaron con bombas de mochila por cada producto debidamente calibrado. La evaluación inicial se realizó al momento de la aplicación de los herbicidas y la evaluación final, 120 días después.

La efectividad de los herbicidas se evaluó utilizando una escala subjetiva (de 1-100%; 100 = mayor efectividad) del grado de defoliación y necrosis del tallo y ramas en cada arbusto y maleza herbácea. La escala fue aplicada por dos evaluadores. Además, se registró la presencia de rebrote en las malezas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el listado de malezas predominantes del área de Gualaca y el efecto de los herbicidas sobre los mismos. Se observa que el picloram + 2,4 D amina al 2% controló en un 80% las malezas, seguido del picloram + metsulfuron al 0.28% con un control de 60%.

Los buenos efectos sobre el control de malezas tanto en Tordon y Combo se debió a que ambos contienen 64 gramos de ingrediente activo de picloram por litro. Es importante indicar que existen en el comercio local productos que con-

tienen picloram (Flash y Kuron), pero con menor cantidad de ingrediente activo, por lo tanto, se sugiere considerar el tipo de maleza que se le aplicará el producto, a fin de obtener el control esperado.

Los valores sobre control de malezas en potreros, obtenidos en este estudio, son similares a los reportados por Guerra y col. (1988) en Soná, Veraguas; y Pinzón y Montenegro (1988) en Gualaca, cuando se aplicó picloram + 2,4 D al 2%.

Trabajos realizados en Honduras, El Salvador, Nicaragua y Panamá, por Swezey y Montano (1968) mostraron que el herbicida más efectivo en el control de malezas fue el picloram + 2,4 D amina al 2%. Por otro lado, el comportamiento del metsulfuron metil al 0.03% tuvo un bajo efecto sobre el

control de las malezas existentes (20%). Este efecto se debió a que tanto el metsulfuron metil como el 2,4 D amina, no contienen el compuesto picloram, que es específico para malezas arbustivas y semiarbustivas, las cuales predominaron en el estudio.

También se observó que hubo menor rebrote de las malezas donde se aplicó picloram + 2,4 D amina al 2% y picloram + metsulfuron al 0.28%. La mayoría de las malezas rebrotaron cuando se aplicó metsulfuron metil al 0.03%.

CUADRO 1. EFECTIVIDAD DE CONTROL Y REBROTE DE MALEZAS PREDOMINANTES EN EL ÁREA DE GUALACA, CHIRIQUÍ.

MALEZAS	Picloram + 2,4 D 2%	Picloram + Metsulfuron 0.28%	2,4 D Amina 2%	Metsulfuron metil 0.03%
1. <i>Lantana camara</i> (cinco negritos)	M	M	R	R
2. <i>Cordia allodora</i> (Laurel)	M	M	R	R
3. <i>Piper aurum</i> (Hinojo)	M	M	R	R
4. <i>Casaearea javitensis</i> (Portobello)	R	R	R	R
5. <i>Mimosa pigra</i> (Cola de pato)	M	M	R	M
6. <i>Mimosa pudica</i> (Dormidera)	M	M	R	M
7. <i>Sida</i> spp (Escobilla)	M	M	R	M
8. <i>Paulinia microphylla</i> (raíz de China)	M	M	M	R
9. <i>Ocotea veraguensis</i> (Sigua)	R	R	R	R
10. <i>Helicters Guzmanifolia</i> (Majaguello)	M	M	M	R
11. <i>Calopogonium mucunoides</i> (Calopo)	M	M	R	M
12. <i>Sterlea sonansio</i> (Palma de Corozo)	M	M	R	R
13. Triple (Sin identificar)	R	R	R	R
14. <i>Solanum</i> spp (Uña de Gato)	M	M	R	M
15. <i>Desmodium canum</i> (Pega, pega)	R	R	R	M
16. <i>Dipterodentron costarricense</i> (Harino)	R	R	R	R
17. <i>Chemella espinosa</i> (Espino blanco)	R	R	R	R
18. <i>Smilax espinosa</i> (Coronillo)	R	R	R	R
19. Cucharo (Sin identificar)	R	R	R	R
20. Arraizán (Sin identificar)	R	R	R	R
Efectividad de los productos (%)	80	60	40	20

M: Muerte R: Rebrote

Nota: Las malezas con numeración: 4, 9, 13, 16, 17, 18, 19 y 20 demostraron resistencia a la acción de los cuatro productos estudiados.

Algunas malezas mostraron resistencia a la acción del picloram + 2,4 D amina al 2% y al picloram + metsulfuron al 0.28%. Entre éstas se mencionan: *Cassearea javitensis* (Portobelillo); *Ocotea veraguensis* (Sigua); Triple, Cucharó, Arraiján (sin identificar); *Dipterodentron costarricense* (Harino) y *Smilax espinosa* (Coronillo), las cuales presentaron hojas cerosas y lisas, que impiden la penetración del herbicida. Para este caso, es necesario probar otros métodos de erradicación, tales como aplicación a la base del tallo y/o aplicación al tocón; o, una segunda aplicación.

También se observó que el único herbicida que controló al *Desmodium canum* (Pega pega) fue el metsulfuron metil al 0.03% (Ally). Esta maleza es resistente a dosis de 6% de picloram + 2,4 D amina; también al 2,4 D amina y a dosis de 0.56% con picloram + metsulfuron.

En el análisis económico para los tratamientos (Cuadro 2) se observó que de

los cuatro herbicidas, el metsulfuron metil al 0.03% fue el más costoso y presentó poco control de las malezas existentes (20%); seguido del picloram + 2,4 D amina al 2%, pero con un 80% de control y el picloram + metsulfuron al 0.28%. Para el caso de control con machete, es de bajo costo, aunque siempre tendrá las malezas *in situ*, además de que hay que efectuar hasta dos limpiezas por año.

CONCLUSIONES

- Los herbicidas que contienen el ingrediente activo picloram fueron más efectivos en el control de las malezas, sobre todo arbustivas, existentes en el área de Gualaca.
- A pesar de los controles con una aplicación de los herbicidas a base de picloram, esto no fue suficiente para erradicar completamente las malezas, por lo que se debe repetir la aplicación.

CUADRO 2. COSTO POR HECTÁREA DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS (Balboas/ha).

Tratamientos	Herbicida, B/	Mano de Obra, jornal	Total, B/
picloram + 2,4 D amina al 2% (Tordon)	72.00	6.00	78.00
picloram + metsulfuron metil al 0.28% Combo)	39.30	6.00	45.30
2,4 D amina 6 lb al 2% (2,4 D)	21.60	6.00	27.60
metsulfuron metil al 0.03% (Ally)	86.40	6.00	92.40
Testigo (machete)	-	-	30.00

Nota: No incluye depreciación del equipo. Los costos pueden variar de una zona a otra, de acuerdo con el grado de infestación de malezas, eficiencia de la mano de obra y costo de la misma.

RECOMENDACIONES

Para aquellas malezas resistentes, se recomienda hacer una segunda aplicación una vez rebrotadas o aplicaciones al tocón o a la base del tallo.

BIBLIOGRAFÍA

- GUERRA, P.; PINZÓN, B.; MONTENEGRO, R.; PINILLA, M.; PEÑA, E.; FLORES, M. 1988. Control de malezas de hoja ancha en potreros del área de Soná, Veraguas, República de Panamá. *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) 5: 87-98.
- HERTENTAINS, L. A.; LEZCANO, F.; RÍOS, S. 1998. Efecto de dosis de herbicida en el control de heliotropo *Hedichium coronarium*, en Cordillera, Chiriquí, Panamá. *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) 9: 117-126.
- ITURBIDE, A.M. 1981. Las malezas y el uso de herbicidas en potreros. Banco Central de Honduras. Boletín Ganadero 5 (3): 1-3.
- MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B. 1989. Consideraciones generales sobre malezas en pastos y su control. *Revista Producción Animal* 5: 8-11.
- PINZÓN, B.; MONTENEGRO, R. 1988. Efecto de los herbicidas en el combate de malezas de hoja ancha en potreros del área de Gualaca. *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) 5: 61-66.
- PINZÓN, B.; ARGEL, P.J.; MONTENEGRO, R.; HERTENTAINS, L.; DE LA LASTRA, R. 1990. Control químico del helecho (*Pteridium aquilinum* (L.) en la zona de Volcán, Panamá. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 12 (3) 34-37.
- SWEZEY, A.W.; MONTANO, A. 1968. Chemical brush control and grass improvement in pastures in Central America. *Biokemia* (Puerto Rico) 16: 2-6.



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.

ÍNDICE DE REVISTAS ANTERIORES

NUMERO 1

OCTUBRE, 1978

CIENCIAS PECUARIAS

Página

- Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth). Carlos M. Ortega y Claudio E. Samudio 9-18
- Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del estilo (*Stylosanthes guyanensis* Aubl. Swartz). Carlos M. Ortega y Claudio E. Samudio 19-28
- Evaluación del pasto Elefante - Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. Bolívar R. Pinzón y Javier González 29-36
- Producción de materia seca y composición química de los pastos *Panicum maximum*, *Setaria nandi* y *Setaria kazungula*, bajo diferentes dosis de nitrógeno. Bolívar R. Pinzón y Javier González 37-44
- Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. I. Subproductos y desechos de origen animal. Elizabeth De F. de Ruiloba y M.E. Ruiz 45-58
- Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. I. Niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por urea. Manuel H. Ruiloba, Manuel E. Ruiz y Carlos Pitty. 59-76
- Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Nivel de proteína y sustitución de proteína verdadera por urea. Manuel H. Ruiloba, Manuel E. Ruiz y Carlos Pitty. 77-86
- Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. III. Integración de componentes y validación de sistemas de alimentación de engorde. Manuel H. Ruiloba, Manuel E. Ruiz y Carlos Pitty. 87-93

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de resultados preliminares de ensayos demostrativos simples en el cultivo de maíz realizados en Chiriquí, Panamá.

José R. Araúz y Juan C. Ruiz.

94-98

Evaluación preliminar de la resistencia o tolerancia a *Pseudomonas solanacearum* y cinco poblaciones de nematodos del género *Meloidogyne* en líneas de tomate industrial.

Eric Candanedo L., Rolando Lasso y J. Osorio.

99-101

NUMERO 2**OCTUBRE, 1979****CIENCIAS AGRÍCOLAS**

Encalado en suelos ácidos de Panamá con alto contenido de aluminio intercambiable. I. Finca Experimental de Calabacito.

Benjamin Name y Daniel Batista.

1-14

Estudio de variedades de ajonjolí y mani en dos localidades de Panamá.

Gaspar A. Silvera, Adais González y Félix Pineda.

15-26

CIENCIAS PECUARIAS

Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. I. Productividad de carne bovina.

Carlos M. Ortega y Claudio Samudio.

27-40

Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. II. Producción de materia seca y contenido proteínico.

Carlos M. Ortega y Claudio Samudio.

41-50

Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. II. Subproductos y desechos de origen vegetal. Elizabeth De F. de Ruiloba y Manuel E. Ruiz.

51-72

- Efecto de la melaza sobre la utilización de la caña de azúcar integral en novillos de engorde.
Manuel H. Ruiloba, Carlos Pitty y Luis Hertentains. 73-84

- Producción de amoniaco ruminal *in vivo* e *in vitro* a partir de cinco diferentes fuentes proteínicas. Hector H. Li Pun y Larry D. Satter. 85-96

NUMERO 3

OCTUBRE, 1980

- Estudios de fertilización de arroz en el área de Bayano.
Benjamin Name, Rolando Lasso, Felicitá Sousa,
Blas Palomino y Leonel Araúz. 1-10

- Identificación de especies del nemátodo de quiste de la papa *Globodera* spp (Mulvey y Stone, 1976) por medio de la cromogénesis de las hembras.
Eric Candanedo L., Roberto Rodríguez Ch., Ricauter Rodríguez A. y Franklin Atencio. 11-22

- Conservación de suelos en las tierras altas de Chiriquí. Resultados preliminares. Remy Oster. 23-36

- Estudio socioeconómico de fincas típicas en dos áreas de Panamá.
I. Caracterización preliminar de los sistemas típicos de fincas en Caisán y Santiago. Vernon C. Wynter, Alejandro Delgado, Ima Avila, Héctor H. Li Pun y Marcelino Avila. 37-48

- Estudio socioeconómico de fincas típicas en dos áreas de Panamá.
II. Evaluación económica de los sistemas de producción.
Vernon C. Wynter, Alejandro Delgado, Ima Avila, Héctor H. Li Pun y Marcelino Ávila. 49-58

- Efecto del encalado en suelos ácidos de Panamá. I. Producción y composición química de la materia seca del Desmodium (*Desmodium ovalifolium* cv Costa Rica) Kudzú (*Pueraria phaseoloides*). Bolívar Pinzón, Gustavo Cubillos, Javier González y Rubén Montenegro. 59-66

Efecto del encalado en suelos ácidos de Panamá. II. Cambios en las características químicas del suelo.

Bolívar Pinzón, Javier González y Rubén Montenegro.

67-76

Efecto de la fertilización y edad de corte en la composición química de tres gramíneas bajo utilización diferida.

Carlos M. Ortega y Claudio Samudio.

77-86

Productividad estacional de cuatro leguminosas tropicales bajo tres frecuencias de corte. Carlos M. Ortega y Claudio Samudio.

87-94

Adiciones de melaza y urea en ensilaje de pasto Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086).

Elizabeth De F. de Ruiloba, Manuel E. Ruiz y Manuel H. Ruiloba.

95-104

Producción de leche con ensilaje de pasto Elefante Panamá

(*Pennisetum purpureum* PI.300-086). Elizabeth De F. de Ruiloba,

Manuel E. Ruiz, Manuel H. Ruiloba y Aristides Guerra.

105-112

NOTA DE INVESTIGACIÓN

Control de hongos patógenos transmitidos por semilla en arroz.

Alejandro Ferrer, William Peart y Moisés Rivera.

113-117

NUMERO 4

OCTUBRE, 1983

Estudio sobre pronósticos de rendimiento de cosecha en arroz de secano usando técnicas de regresión múltiple. Florentino Vega y Rolando Lasso G.

1-10

Necesidad del control químico del gusano medidor, *Mocis* sp en el cultivo de arroz en Soná, Panamá.

Román Gordón M., Armando González y Alberto Perdomo.

11-18

Utilización de la paja de arroz en la producción de leche.

Manuel De Gracia G., Pedro Guerra M., José M. Ortega y

Denis Araúz de Gómez.

19-28

Situación mineral de bovinos en pastoreo, en el distrito de Bugaba, Panamá. Roberto Quirós, Manuel de Gracia, Luis Hertentains, Alonso Singh, Lee McDowell y Héctor H. Li Pun. 29-42

Comparación de ocho gramíneas bajo tres frecuencias de corte. Carlos M. Ortega y Claudio Samudio. 43-58

Productividad de praderas mixtas, bajo corte en Panamá. Carlos M. Ortega y Miguel A. Avila. 59-66

Influencia de la fertilización en el incremento de praderas nativas bajo pastoreo. Carlos M. Ortega y Miguel Avila. 67-72

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de fungicidas para el tratamiento de semilla de arroz. Alejandro Ferrer. 73-78

Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Cebú-Holstein. Alvaro Vargas, Santiago Ríos, Oliver Deaton y Alexis Iglesias. 79-84

Época de monta en explotaciones de ganado de carne. Alvaro Vargas, Santiago Ríos, Alexis Iglesias y Eric Mastrolinardo. 85-89

NUMERO 5

1988

Estudio de labranza mínima y convencional en arroz de secano en Alanje, Chiriquí, Panamá. Adela Sánchez R. y Washington Bejarano. 1-18

Influencia de la Sigatoka negra (*mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*) sobre las hojas funcionales en los plataneros del Barú, Chiriquí y Panamá (1993-1984). Leonardo Marcelino y Rafael Sattler. 19-38

- | | |
|---|--------|
| Control químico del Barrenador del tallo del tomate (<i>Collabismodes rhombifer</i> (Champ)), en el área de Azuero (1981-1984).
Román Gordón M., Gladys González D. y Armando González | 39-50 |
| Biotechnología en la industrialización del marañón (<i>Anacardium occidentales</i> , L). Rodolfo Morales y María Del S. Landires. | 51-60 |
| Efecto de los herbicidas en el combate de malezas de hoja ancha en potreros del área de Gualaca, provincia de Chiriquí, República de Panamá.
Bolívar Pinzón y Rubén Montenegro. | 61-76 |
| Control químico de escobilla (<i>Sida</i> spp) en potreros del área de Aserrio de Gariché, Chiriquí, República de Panamá.
Bolívar Pinzón, Rubén Montenegro, Luis Hertentains y Javier González. | 77-86 |
| Control de malezas de hojas anchas en potreros del área de Soná, Veraguas, República de Panamá.
Pedro Guerra, Bolívar Pinzón, Rubén Montenegro, Manuel Pinilla, Edgar Peña y Manuel Flores. | 87-98 |
| Productividad de cinco gramíneas tropicales bajo tres frecuencias de corte en Bayano, Panamá.
Carlos M. Ortega, Miguel Ávila y Pablo Mercado. | 99-108 |

NUMERO 6

ABRIL, 1990

- | | |
|---|-------|
| Establecimiento de pastos mejorados a bajo costo.
Carlos M. Ortega y Miguel A. Ávila. | 1-14 |
| Efecto del periodo de descanso y dosis de nitrógeno sobre la producción de praderas del pasto Faragua (<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapft). I. Producción de la Pradera.
Bolívar Pinzón, Gustavo Cubillos, Javier González y Rubén Montenegro. | 15-38 |

Efecto del periodo de descanso y dosis de nitrógeno sobre la producción de praderas del pasto Faragua (<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapft). II. Evolución de la Pradera y Características del suelo. Bolivar Pinzón, Gustavo Cubillos, Javier González y Rubén Montenegro.	39-58
Efecto del periodo de descanso y dosis de nitrógeno sobre la producción de praderas del pasto Faragua (<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapft). III. Producción Animal. Bolivar Pinzón, Gustavo Cubillos, Javier González y Rubén Montenegro.	59-78
Control de malezas con herbicidas pre y postemergentes en el establecimiento de la leguminosa forrajera Kudzú Tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>). Bolivar Pinzón, Pedro Argel y Rubén Montenegro.	79-90
Efecto de la suplementación energética en invierno sobre la producción de leche a base de <i>Brachiaria decumbens</i> y un banco de Kudzú. Manuel H. Ruiloba, Ramón De La Lastra y Eric Nielsen.	91-98
Evaluación de híbridos triples y dobles de maíz (<i>Zea mays</i> L.) de grano amarillo en Panamá, 1987. Omar Alfaro, Daniel Pérez, Alfonso Alvarado y Hugo Córdova.	99-114
Evaluación de variedades de híbridos de maíz a tres densidades de siembra. Juan Carlos Ruiz y José R. Araúz.	115-126
Evaluación de insecticidas para el control de plagas del suelo en maíz Barú, Caisán (1985-1987). Glays González D., Marino Moreno y Francisco González.	127-142
Manejo integrado de la mustia hilachosa causada por <i>Thanatephorus cucumeris</i> (Frank) Donk en el frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Miguel A. Acosta.	143-160
NOTA TECNICA	
Análisis computarizado del diseño de reversión simple. Roberto Quiroz y Manuel H. Ruiloba.	161-169

NUMERO 7

OCTUBRE, 1991

- | | |
|---|-------|
| Determinación del tamaño y forma óptima de la parcela experimental en ensayos de variedades de arroz. Chichebre, Panamá. 1990.
Florentino Vega y Rolando Lasso. | 1-8 |
| Dinámica del potasio en suelo ultisol de Panamá.
Benjamín Name, T. Jot Smyth y Enrique Márquez. | 9-24 |
| Respuesta del arroz a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno en Los Llanos de Coclé.
Luisa Martínez, Benjamín Name y Felipe Díaz. | 25-34 |
| Control químico de malezas en frijol caupí o de bejuco, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp, en dos localidades de producción. Panamá. 1989.
Miguel A. Acosta. | 35-42 |
| Determinación del periodo crítico de competencia de malezas en frijol caupí, <i>Vigna unguiculata</i> (Walp) en Alanje, Panamá. 1989.
Miguel A. Acosta. | 43-48 |
| Influencia del picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>) y de la precipitación en los plataneros de cuatro localidades de Barú, Chiriquí.
Leonardo Marcelino y José A. Quintero. | 49-57 |
| Contribución al conocimiento de los enemigos naturales de <i>Liriomyza</i> spp. encontrados en Cerro Punta y Boquete. 1990. Gladys González D. | 59-64 |
| Determinación de resistencia de generaciones tempranas de frijol <i>Vigna unguiculata</i> al Virus del Mosaico Severo del Caupí. Panamá
Orencio Fernández y Omar Alfaro. | 65-70 |
| Comportamiento reproductivo de un hato de cría bovino en la provincia de Coclé, Panamá; Estudio de caso. Marcelino Jaén y José Zorilla. | 71-80 |

Fertilización de establecimiento en la asociación *Andropogon gayanus* CIAT 621 y *Centrosema macrocarpum* CIAT 5062 en un ultisol.
Bolívar Pinzón, Pedro Argel y Rubén Montenegro. 81-88

Efecto de tres edades al destete sobre el crecimiento y consumo de concentrado en terneros de lechería.
Jorge Gómez, Carlos Saldaña, Ramón De La Lastra, Martha Acosta y S. Guerra. 89-100

Utilización del Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) en producción de leche a base de caña de azúcar integral.
Manuel H. Ruiloba, Alvaro Vargas y Erick Nielsen. 101-108

Sustitución de harina de pescado y urea por Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) en la producción de leche. Manuel H. Ruiloba. 109-116

Producción de forraje y composición química de la leguminosa bala, *Gliricidia sepium* (Jacq) en Bugaba, Panamá.
Rubén Montenegro y Bolívar Pinzón. 117-124

NOTAS CIENTÍFICAS

Pudrición de flores femeninas de *Musa* (AA) cv. *abyssinia* causada por *Fusarium acuminatum* Ellis y Everhat. Eduardo Esquivel. 127-128

Afidos vectores de virus encontrados en Panamá.
Orencio Fernández. 129-132

NUMERO 8

ENERO-DICIEMBRE, 1995

Manejo químico de las gramíneas *Cynodon dactylon* (L.) Pers y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton en maíz bajo el sistema sin labranza y su efecto en el rendimiento.
Juan C. Ruiz y Miguel A. Acosta. 1-14

Parámetros de estabilidad de grupos raciales en Sistemas Doble Propósito en Chiriquí y Los Santos, Panamá. Pedro Guerra M.	15-32
Evaluación de insecticidas para el control de la mosquita minadora <i>Liriomyza</i> spp. (Diptera: Agromyzidae) en el cultivo de lechuga. Rodrigo A. Morales A.	33-42
Evaluación de insecticidas biológicos con base en el <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berliner) para el control de <i>Plutella xylostella</i> en Repollo. Rodrigo A. Morales A.	43-50
Cambios químicos y nutricionales del Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>) durante la época seca. Manuel H. Ruiloba y Rafael Guerra.	51-68
Parámetros químicos y nutricionales del Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>) cosechado en invierno y verano. Manuel H. Ruiloba y Carlos I. Saldaña.	69-84
Evaluación comparativa entre el heno de Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>) y heno de <i>Centrosema macrocarpum</i> en parámetros químicos y nutricionales. Manuel H. Ruiloba, Carlos I. Saldaña y Víctor M. Jiménez.	85-100
Efecto del fungicida Anvil (hexaconazole) sobre el número total de hojas y hojas más joven manchada en Plátano AAB. Leonardo Marcelino y José A. Quintero.	101-112
Actividad <i>in vitro</i> de ectoparasitocidas comerciales contra <i>Boophilus microplus</i> en tres ecosistemas lecheros de Chiriquí. Saíd Caballero C., Pedro Guerra M. y Telvin Pitano.	113-126
Efecto de la frecuencia de desparasitación sobre la ganancia de peso, carga parasitaria y valores hemáticos en terneros de lechería. Saíd Caballero C., Jorge Gómez G. y Milagros de Gracia.	127-136
Evaluación de <i>Brachiaria humidicola</i> (CIAT 636) bajo pastoreo en condiciones de Gualaca, Panamá. Rubén Montenegro, Bolívar Pinzón y Pedro Argel.	137-148
Evaluación de dos ecotipos de <i>Brachiaria decumbens</i> bajo diferentes métodos de establecimiento, en Bugaba, Panamá. Luis Hertentains C., Odenis Troetsch, Daniel Aguilar A. y Felipe Lezciano M.	149-158

Comparación de dos niveles de manejo con y sin aplicación de fungicidas, para el cultivo del Plátano AAB. Leonardo Marcelino y José A. Quintero.	159-174
Evaluación de la capacidad de regeneración de nueve accesiones de Centrosema macrocarpum en Bosque Tropical Seco, Panamá. Olmedo M. Duque y Gregorio González.	175-192
Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fósforo y azufre en la región de Azuero, Panamá. 1989-1992. Román Gordón M., Nivaldo de Gracia, Andrés González, Jorge Franco y Adys P. de Herrera.	193-214

NUMERO 9

ENERO-DICIEMBRE 1998

Determinación del período crítico de competencia entre el cultivo de la Lechuga y malezas. Estéban Sánchez; Campo Serrano; Atzuko Tomita.	1-12
Posibles efectos de la intensidad de aplicación de plaguicidas sobre la microflora del suelo cultivado con Papa. Cerro Punta, Panamá. Dorette Müller-Stoeber; Ludwing Pülschen; J. Saverborn; Jaime Espinosa González.	13-28
Residualidad y disipación del Fungicida maneb en dos suelos agrícolas de Panamá. Jaime Espinosa González; Vidalma García T.	29-36
Respuesta en rendimiento de cultivares comerciales de Melón (Cucumis melo L.) en dos ecosistemas. La Villa de Los Santos y Manaca, Barú, Chiriquí. Lineth Carranza; Nelson Osorio; Domingo Ríos.	37-58
Evaluación de distintas épocas de siembra y su relación con la incidencia del achaparramiento en el cultivo de Maíz. Azuero, Panamá. 1993-1994. Román Gordón M.; Nivaldo de Gracia; Jorge Franco; Andrés González.	59-72

Respuesta del asocio Canavalia-maíz a distintos arreglos de siembra y densidades de plantas. Azuero, Panamá.

Román Gordón M.; Nivaldo De Gracia; Jorge Franco;

Andrés González; Jorge Bolaños.

73-84

Evaluación del sistema asocio y/o rotación del Maíz y Canavalia en dos épocas de siembra. Panamá, 1993-1994.

Román Gordón M.; Jorge Franco; Nivaldo De Gracia; Adys P. de Herrera;

Andrés González.

85-104

CIENCIAS PECUARIAS

Persistencia de la asociación *Digitaria swazilandensis* y *Arachis pintoi*

CIAT 17434 bajo dos periodos de descanso.

Rubén Montenegro; Bolívar Pinzón.

105-116

Efecto de dosis de herbicidas en el control químico de Heliotropo

(*Hedichium coronarium*) en Cordillera, Chiriquí, Panamá. 1993.

Luis A. Hertentains; Felipe Lezcano M.; Santiago Ríos A.

117-126

Efecto de la carga animal sobre la persistencia de la *Brachiaria dictyoneura*

CIAT 6133 asociada con dos leguminosas tropicales.

Miguel A. Avila; David Urriola

127-136

Efecto del nivel tecnológico sobre el comportamiento de animales de alto encaste lechero en un sistema Doble Propósito.

Pedro Guerra M.; Javier González; Fulvio Morales.

137-152

Tipificación de fincas Doble Propósito en la provincia de Chiriquí, Panamá.

Pedro Guerra M.; Ariel González.

153-170

Comparación de dos modelos matemáticos para describir curvas de lactancias de vacas Doble Propósito.

Pedro Guerra M.; José Almillategui.

171-182

NOTA CIENTÍFICA

Inseminación artificial estratégica para pequeños productores.

David Berroa y Salomón Ábrego.

183-187

REVISTA CIENTÍFICA
Ciencia Agropecuaria N.10

Es una Publicación de



Edición

Elizabeth S. De Freitas G

Sandra A. de Millán

Diseño y Diagramación

Elizabeth S. De Freitas G

Arreglos de Portada

Abelardo Guerra

Traducción al Inglés

De los Resúmenes

Pedro Guerra M

Catalogación en la Fuente

Tomasa Puga B

Omayra de Rivera

Colaboradores

Sandra Herrera

Gladys Batista

Gloria Barria

Fabiola Abrego

Aracelly Montenegro

Alonso González

Eida Pinzón

Impresión

Abigail Rojas

Heriberto Serrano

Encuadernación

Herminio González

Emiliano Velarde

Tiraje

1,000 ejemplares

Impreso en los Talleres de

IDIAP en David, Chiriquí

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