

ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N°13

PANAMÁ, 2003





ISSN 0258-6452

CIENCIA AGROPECUARIA

REVISTA CIENTÍFICA N° 13

PANAMÁ, 2003

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

no. 13 (2003) Anual
219 p. ilus.
ISSN: 0258-6452

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

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



JUNTA DIRECTIVA

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

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

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

Dr. David Berroa Pinzón
Director General del IDIAP
Secretario

CUERPO DIRECTIVO

Dr. David Berroa Pinzón
Director General

Dr. Jaime Moscoso Ponce
Sub-Director General

Ing. Anais Vargas
Secretaria General

Dr. Reinaldo De Armas
Director Nacional de
Investigación Pecuaria

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

Lic. Eloy Alvarez
Director Nacional de
Administración y Finanzas

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

Ing. Luis Pinto
Director Nacional de
Productos y Servicios

Dr. Vicente Beros
Director del CIA-Occidental

Ing. Virginia de Rodríguez
Directora del CIA-Central

Ing. Abdys Hernández
Director del CIA-Oriental

Ing. Miguel Cigarruista
Director del CIA-Azuero

Ing. Luis Ramos.
Director del CIA-Recursos Genéticos

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

EDITORAS

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

Sandra A. de Millán, Ing. Agr.

COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Miguel A. Acosta, M.Sc. Ciencias Fitotecnia

José A. Aguilar L., M.Sc. Cultivos Tropicales

Juan A. Bernal, Dr. Ciencias Naturales

Vicente Beros, Dr. Química Industrial

Carmen Y. Bieberach, M.Sc. Cultivos Tropicales

Eric Candanedo L., Ph.D. Nematología

Ismael Camargo, Dr. Genética y Mejoramiento de Plantas

Kilmer von Chong, Ph.D. Fitopatología

Felipe González, M.S. Manejo Integrado de Plagas

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

Román Gordón, M.Sc. Entomología

Pedro Him, Dr., Genética y Mejoramiento de Plantas

Julio Lara, M.Sc. Protección de Cultivos

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

Rodrigo Morales, M.Sc. Fitopatología

Benjamín Name, M.Sc. Edafología

Bolívar Pinzón, M.Sc. Edafología

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

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

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

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

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ

Unidad de Información y Comunicación

Departamento de Publicaciones

Apartado 6-4391. El Dorado, Panamá

Tel. 3170519-22 / 7755250 / Fax: 7742607

idiap_pan@cwpanama.net

idiap_dav@cwpanama.net

NORMAS PARA AUTORES

A. NORMAS GENERALES

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

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

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

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

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

B. NORMAS ESPECÍFICAS

1. ARTÍCULO CIENTÍFICO: Se estructurará de la siguiente forma. Título (español), autores (identificación y lugar de trabajo en pie de página), resumen en español e inglés, introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, bibliografía, cuadros y figuras. Extensión máxima: Veinte páginas, incluyendo cuadros, figuras, fotos y referencias.

a. Título: En mayúsculas, debe expresar en no más de 20 palabras el 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 coautores. Los títulos, grados académicos, cargos, nombre del (los) autor (es), lugar donde se realizó el trabajo se indicarán en el pie de página.

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

En la discusión de resultados se señalan las relaciones entre los hechos observados. Debe indicarse el significado de los hechos, las causas, sus efectos y sus implicaciones.

- g. **Conclusiones :** En esta sección se presentan los hechos significativos en forma clara y lógicamente ordenadas. Las conclusiones deben dar respuesta a los objetivos descritos en la introducción.
- h. **Recomendaciones:** Esta sección puede estar o no presente en el artículo. En caso de que el autor presente sugerencias, las mismas deberán presentarse en esta sección.
- i. **Bibliografía:** Se incluirá sólo la literatura citada tomada en cuenta las recomendaciones del documento sobre Redacción de Referencias Bibliográficas del IICA, 4ª edición.
- j. **Agradecimiento:** Para efecto de reconocimiento del autor a personas e instituciones que hayan colaborado en la información del manuscrito deberán presentarse en esta sección.

2. NOTAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

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

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

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

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

3. ENSAYOS Y REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS

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

CONTENIDO

-
- | | |
|------|--|
| 1-15 | DESARROLLO DE UN MODELO PREDICTIVO PARA ESTIMAR EL RENDIMIENTO DE MAÍZ MEDIANTE EL USO DEL CLOROFILÓMETRO SPAD 502. AZUERO, PANAMÁ, 1995-2001. <i>Román Gordón M.; Jorge Franco; Andrés González</i> |
|------|--|
-
- | | |
|-------|---|
| 17-28 | EFFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS DE ORIGEN BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE ÁFIDOS Y MOSCAS BLANCAS EN MELÓN. LOS SANTOS, PANAMÁ. 2002. <i>Román Gordón M.; Jorge Franco; Andrés González</i> |
|-------|---|
-
- | | |
|-------|--|
| 29-40 | EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL NEGRO Y ROJO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) EN LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ, 1998. <i>Román Gordón M.; Andrés González; Jorge Franco; Emigdio Rodríguez</i> |
|-------|--|
-
- | | |
|-------|--|
| 41-58 | EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE SILICIO EN EL CULTIVO DE ARROZ EN SUELOS ULTISOLES Y ALFISOLES. <i>Benjamín Name; José Villarreal</i> |
|-------|--|
-
- | | |
|-------|---|
| 59-80 | DINÁMICA BIOLÓGICA Y DE NUTRIMENTOS EN UN ULTISOL CON DIFERENTE COBERTURA VEGETAL. CALABACITO, PANAMÁ, 1990-1996. <i>José Villarreal; Benjamín Name</i> |
|-------|---|
-
- | | |
|-------|--|
| 81-90 | EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE MELÓN (<i>Cucumis melo</i> L.) Y TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) BAJO CONDICIONES DE CUBIERTA PLÁSTICA. DIVISA, PANAMÁ. 2002. <i>Pedro Him; José Villarreal; Benjamín Name</i> |
|-------|--|
-
- | | |
|--------|--|
| 91-108 | EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE HÍBRIDOS Y CULTIVARES DE CEBOLLA (<i>Allium cepa</i>) EN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 1996-1999. <i>José A. Lezcano B.</i> |
|--------|--|
-
- | | |
|---------|---|
| 109-123 | PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE <i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb. EN FUNCIÓN DE ESPACIAMIENTO Y ÉPOCAS DE COSECHA. RÍO GRANDE DO SUL, BRASIL. 1999-2000. <i>Edgar A. Polo; Pedro Lima Monks</i> |
|---------|---|
-
- | | |
|---------|--|
| 125-138 | PRODUCCIÓN DE LECHE EN <i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 6780 SOLA Y ASOCIADA CON <i>Arachis pintoi</i> . BUGABA, PANAMÁ. 1999. <i>Luis A. Hertentains; Eliut Santamaría; Odenis Troetsch</i> |
|---------|--|
-

-
- 139-154** HOSPEDANTES ALTERNOS DEL ÁCARO PLANO *Brevipalpus* spp. (ACARI: TENUIPALPIDAE) EN ZONAS CITRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2001-2002.
Zina L. Díaz; José A. Lezcano B.
-

- 155-168** CARACTERIZACIÓN DE AISLAMIENTOS DE *Rhizoctonia* MEDIANTE LA TÉCNICA DE ISOENZIMAS. PANAMÁ. 1998.
Kilmer von Chong; Carlos Herrera; Rodrigo Morales
-

- 169-178** ANÁLISIS DE EPIFITIAS DEL PRSV-W EN PARCELAS DE MELÓN TRATADAS CON INSECTICIDAS Y COBERTURA REFLECTIVA PLATEADA EN AZUERO. 1997.
Kilmer von Chong; Orencio Fernández; Juan C. García
-

NOTAS TÉCNICAS

- 179-187** FUNGICIDAS CÚPRICOS PARA EL MANEJO QUÍMICO DEL OJO DE GALLO (*Mycena citricolor*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ. 1999. *Rodrigo A. Morales A.*
-

- 189-196** RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) A LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN UN INCEPTISOL. LA VILLA, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1995-1996.
Araiz Cajar; José C. Cedeño; Roberto Cohen
-

- 197-199** AISLAMIENTO DE PROTOPLASTOS DE ÑAME (*Dioscorea alata* L.) CV. DARIÉN. PANAMÁ. 2002-2003.
Carmen Y. Bieberach F.; Heidi Hernández I.
-

- 200-204** MICROPROPAGACIÓN DE PIFÁ (*Bactris gasipaes* H.B.K.). PANAMÁ. 2002-2003.
Heidi Hernández I.; Priscila A. de González
-

- 205-214** PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE BIOMASA DE LA MORERA (*Morus alba*) BAJO TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y FRECUENCIAS DE PODA. CHEPO, PANAMÁ. 1998-2000.
Edgar A. Polo L.; Angel Lara
-

- 215-219** DINÁMICA POBLACIONAL Y ENEMIGOS NATURALES DEL PICUDO DE LA YEMA DEL MANZANO (*Amphidees latifrons* SHARP) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). COAHUILA, MÉXICO. 1999-200.
José A. Lezcano B.; Eugenio Guerrero R.; Víctor M. Sánchez
-



En Recuerdo de nuestra amiga Beyra Jaén

(10 de abril de 1956 - 11 de noviembre de 2003)

A un año de la desaparición física de nuestra entrañable amiga Beyra, siempre será recordada como una mujer afable, con sorprendente perseverancia y llena de una gran energía en todas aquellas acciones que emprendía. Conoci a Bellita, como cariñosamente la llamábamos en 1976, cuando cursaba el segundo año de la carrera de Ingeniería Agronómica en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá, a través de un gran amigo que teníamos en común, Ben Ali Burgoa. A partir de ese momento, empezamos a tratarnos con más frecuencia, con la cual se fue afincando una amistad que duró hasta su partida.

En 1979, ya graduados, tuvimos la oportunidad de ingresar al IDIAP. Ella en el departamento de Publicaciones y yo en la Dirección Nacional de Investigación Agrícola, ambos con sede en Santiago de Veraguas. Aún recuerdo los viajes en el bus del MIDA todos los viernes hacia la ciudad de Panamá y los domingos de vuelta a Santiago. Generalmente, llegábamos a las 10:00 de la noche y relamos cuando un pintoresco personaje funcionario del MIDA, que también viajaba en el bus, decía "cuando es viernes".

Cuando se presentó la oportunidad de realizar estudios de maestría, fuimos al igual que otros compañeros del Instituto, favorecidos con una beca del AID para viajar hacia los Estados Unidos. Nuevamente, el destino nos unía en esa ocasión, pues compartimos los cursos de inglés en la Universidad de Georgetown, en Washington, D.C. Aunque tensos, debido a que teníamos que aprobar el examen TOEFL para poder ser admitido por las universidades, siempre teníamos tiempo para realizar turismo por esa histórica ciudad.

De regreso en el país, Bellita se incorpora inmediatamente a la Dirección Nacional de Prueba y Transferencia, en donde realiza una gran labor en el componente de capacitación. Su capacidad de trabajo y competencia fueron pronto reconocidos a niveles externo del instituto, logrando que la representación del IICA en Panamá la contratara en el proyecto PRIAG. Gracias a su contribución, este fue todo un éxito, constituyéndose en un modelo para otros proyectos similares en América Central y el Caribe. Algunos productos y resultados del mismo aun se utilizan en la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo sostenible que se realizan en el país.

Bellita fue una mujer de principios, siempre apegada a las normas y dedicada por completo al trabajo, dispuesta a cumplir con sus obligaciones sin importar el lugar, día y hora, siempre dispuesta a contribuir con sus conocimientos y experiencia al agro panameño. Aun enferma de muerte, aceptó una solicitud que le hiciera PRODARIEN para que le dictase a sus técnicos un seminario sobre "Técnicas de la Comunicación" en Yaviza. Prácticamente, impartió la capacitación acostada en un sillón, lo que demuestra el carácter, entereza, fuerza de voluntad, valor, coraje y decisión de esta gran mujer.

Siempre conservó la claridad de su inteligencia. Físicamente estaba muy lastimada, pero su mente prodigiosa continuó estando alerta y lúcida. Como buena estoica, enfrentó el infortunio con entereza y decisión.

Se fue una amiga especial, con la que compartí parte de mi vida universitaria y profesional. La que cuando recordábamos junto nuestra estadía en Washington me decía "It's the same", a manera de broma por mi dificultad de entrarle al inglés. Para siempre, queda con nosotros su recuerdo, su sonrisa y sobre todo esa lección de entereza para enfrentar la vida tal como se nos presenta con alegría, tristezas, logros y fracasos pero, sobre todo, de cara al sol.

Por: Ing. José A. Yau

A mi Amigo Orencio Fernández

(12 de noviembre de 1950 – 25 de julio de 2003)



Conoci a Orencio hace casi veinte años, en 1982, en los albores de su carrera como Investigador Agrícola en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). A los treinta y un años de edad, ya contaba con tres títulos universitarios, el último de ellos, el doctorado en Biología y Patología de Plantas Cultivadas, de la prestigiosa Universidad de Burdeos en Francia. Además del español, dominaba el francés y el inglés y un poco el italiano.

Desde que lo conocí me llamó poderosamente la atención su clara inteligencia, su carácter afable y su gran sencillez. Dios lo había dotado de grandes facultades intelectuales, de una mente penetrante y objetiva y de una enorme capacidad de entendimiento. Sus cualidades le permitían ver y analizar la vida con una profundidad filosófica poco y aceptar sus designios con total con total valor y entereza.

Como científico e investigador agrícola, su trabajo siempre alcanzó niveles de excelencia. Hombre trabajador y exigente, nunca regateó tiempo ni esfuerzos en su labor como Fitovirólogo del IDIAP, en beneficio de nuestro Sector y de los productores y usuarios en general que, sin saberlo, dependían de su investigación o participación ya fuese a nivel de diagnóstico fitosanitario o como investigador. En esta institución, laboró en los Centros de Investigación Agropecuaria de Divisa y Chepo, durante varios años. En el subcentro de Cerro Punta estuvo vinculado, por años, a la investigación relacionada con los virus y sus vectores en el cultivo de la papa. En estos escenarios dejó un hermoso legado de compromiso, seriedad, honestidad y vocación al servicio, así como un valioso acervo de conocimientos generados a través de más de veinte años de continua e infatigable labor investigativa en los virus de una amplia gama de cultivos, siendo pionero en Panamá en el uso de la microscopía electrónica de transmisión y de barrido y en el uso de avanzadas técnicas de diagnóstico virológico como ELISA, inmuno impresión, electroforesis, PCR y otras. Esto se refleja en sus diversas publicaciones técnicas y científicas en la revista Ciencia agropecuaria de IDIAP y en otros medios escritos, nacionales e internacionales.

Al inicio de su carrera como biólogo con especialización en Botánica, durante un breve periodo, fue Profesor Asistente de Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Panamá. Más recientemente, impartió clases en la Facultad de Ciencias Agropecuarias en esta misma Casa de Estudios. En esta Facultad los estudiantes lo recordarán como un docente que se preocupaba verdaderamente por enseñar y porque ellos aprendieran. Siempre fue espléndido con sus vastos conocimientos que ofreció a raudales sin egoísmos, condiciones o exigencias a cuantos quisieron incursionar en los caminos de la ciencia.

Entre los años 2000 y 2002, por más de dos años, prestó sus valiosos servicios en la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del MIDA, entrenando a los técnicos y dirigiendo tesis universitarias, coordinando dos Proyectos de Investigación conjunta con el IDIAP y realizando diagnósticos. Su paso y su desinteresado aporte a esta dirección del MIDA siempre serán bien recordados por todos, en reconocimiento a su calidad profesional y humana.

Hasta sus últimos días Orencio mantuvo su inquebrantable fe en Dios, agradeciéndole todas las bendiciones que Él había derramado sobre su corta y productiva vida. Aceptó con valentía y dignidad su destino y preparó a sus seres más queridos, su madre Silvia y su esposa Marta, para su partida. Se fue en paz, tal como había vivido, dejando tras de sí una trayectoria y ejemplo dignos de ser recordados y emulados.

Que dios te bendiga, amigo.

Por: Dr. Erick Candanedo Lay

DESARROLLO DE UN MODELO PREDICTIVO PARA ESTIMAR EL RENDIMIENTO DE MAÍZ MEDIANTE EL USO DEL CLOROFILÓMETRO SPAD 502. AZUERO, PANAMÁ. 1995-2001.

Román Gordón M.¹; Jorge Franco²; Andrés González²

RESUMEN

Se desarrolló un modelo predictivo para estimar el rendimiento de grano del cultivo de maíz. El período de tiempo que cubrió el estudio se caracterizó por presentar distintos regímenes de lluvia con años considerados normales (1996, 1998 y 2001), escasa (1995, 1997 y 2000) y abundante precipitación (1999). Se realizó una correlación entre el rendimiento de grano y todas las variables medidas. La lectura del clorofilómetro (SPAD 502) resultó con el mayor índice de correlación. Se realizó un análisis de regresión por año y grupo de años, tomando en cuenta tanto la lectura del clorofilómetro como el número de plantas por metro cuadrado. Los coeficientes de las ecuaciones de los años 1998, 1999, 2000 y 2001 fueron similares entre sí. También se encontró similitud entre los coeficientes de los años 1995, 1996 y 1997. Se determinaron tres ecuaciones de predicción por grupo de años: la primera, considerando todos los años ($Y = 0.07706 (\text{Clor}) + 0.31186 (\text{plas}/\text{m}^2)$); la segunda, incluyendo los datos de los años 1995 a 1997 ($Y = 0.06157 (\text{Clor}) + 0.35837 (\text{plas}/\text{m}^2)$) y la tercera ecuación consistió del período 1998-2001 ($Y = 0.13535 (\text{Clor}) - 0.13518 (\text{plas}/\text{m}^2)$). Todas estas ecuaciones presentaron coeficientes de determinación superior a 0.96. Finalmente, las ecuaciones anuales y las tres ecuaciones resúmenes se validaron con datos del ensayo ejecutado en 2001, utilizando para esto la prueba de Chi². El resultado de este análisis indicó que el modelo que incluyó todos los años tuvo más precisión en la predicción de la cosecha.

PALABRAS CLAVES: Clorofilómetro, maíz, predicción de cosecha, nitrógeno.

DEVELOPMENT OF A PREDICTIVE MODEL TO ESTIMATE CORN YIELD WITH THE USE OF SPAD 502 CHLOROPHYLL METER. AZUERO, PANAMA. 1995-2001.

A predictive model was developed to estimate grain yield of corn. The study was characterized by different rainfall regimes with normal (1996, 1998 and 2001), scarce (1995, 1997 and 2000) and abundant precipitation years (1999). A multiple correlation was found between the grain yield and the others evaluated variables. The highest correlation index was obtained with the chlorophyll meter (SPAD 502). A regression analysis was made by year and by year group, considering both the chlorophyll meter

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

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

lecture and the density of plants per square meter. There were no differences among equation's coefficients for years 1998, 1999, 2000 and 2001. Neither among equation's coefficients for years 1995, 1996 and 1997. Three prediction equations were calculated according to the year group: the first included all years ($Y = 0.07706 (\text{Clor}) + 0.31186 (\text{plants/m}^2)$), the second incorporated data of the 1995-1997 period ($Y = 0.06157 (\text{Clor}) + 0.35837 (\text{plants/m}^2)$) and the last equation included years 1998 to 2001 ($Y = 0.13535 (\text{Clor}) - 0.13518 (\text{plants/m}^2)$). Determination coefficients of all equations were greater than 0.96. Finally, the annual equations and the three year group equations were validated with grain yield of the 2001 trial. Chi Square Test was used for this purpose. Results indicate that model represented by the all years equation is the best for predicting yield.

KEYWORDS: Chlorophyll meter; corn; prediction of grain yield; nitrogen.

INTRODUCCIÓN

El contenido de clorofila en la hoja de maíz se relaciona positivamente con la concentración de N en la hoja y, por lo tanto, refleja el estado nitrogenado del cultivo (Schepers y col., 1992).

El medidor de clorofila Minolta SPAD 502 permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja y, por ende, el estado nutricional del cultivo a través de una rápida lectura. Éste mide un índice de verdor en unidades SPAD (Soil Plant Analysis Development), proporcional a la concentración de clorofila (Peltonen y col., 1995; Finnan y col., 1997) que actúa como un indicador sensible del nivel fisiológico de la planta (Finnan y col., 1997), relacionado con el contenido de N en hojas (Fox y col., 1994; Novoa y Villagran, 2002).

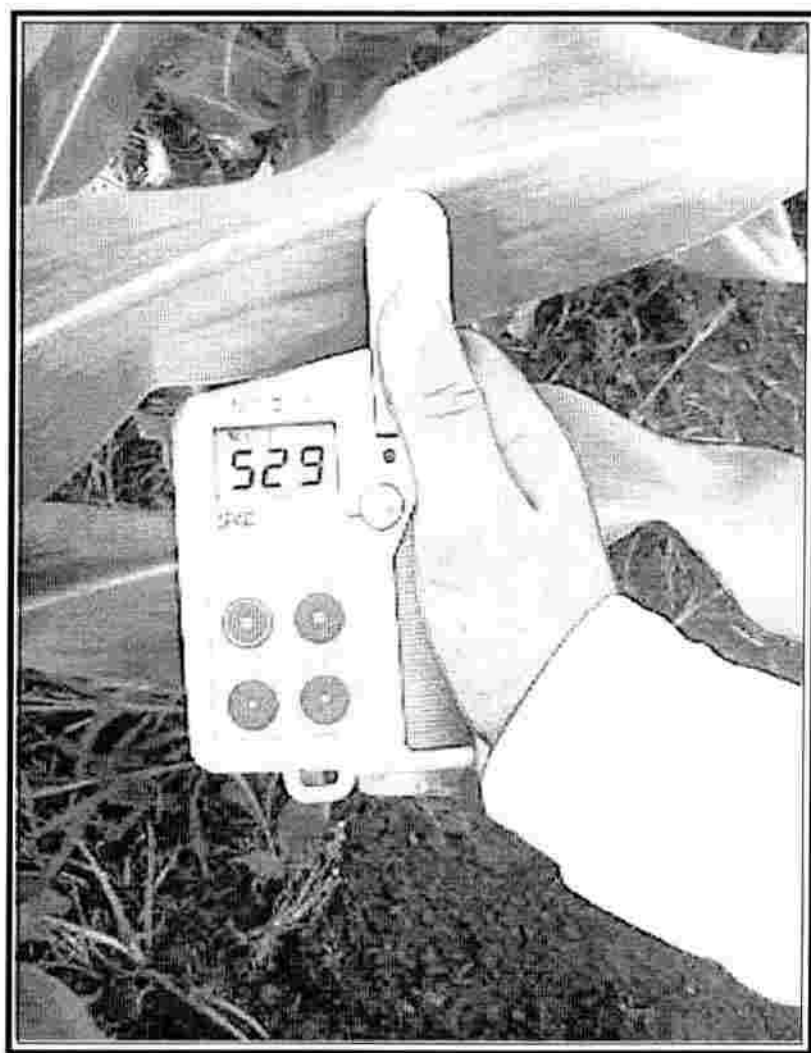
Las correlaciones entre el contenido de N al estadio V6 y el rendimiento del cultivo de maíz han sido bajas. Sin embargo, su eficiencia como herramienta de diagnóstico mejora en estadios

fenológicos posteriores (Blackmer y Schepers, 1995; Brinford y Peterson, 1998).

Actualmente, existen varias herramientas para predecir el rendimiento en varios cultivos. El uso de modelos de simulación del crecimiento de cultivos es una de ellas. El modelo DSSAT (basado en el Modelo CERES) desarrollado por el IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) permite estimar el rendimiento de varios cultivos utilizando un gran número de variables del cultivo climáticas y del suelo (Thorton, 1995). El presente trabajo tuvo el objetivo de determinar modelos predictivos para estimar la cosecha de grano del cultivo de maíz y validar los distintos modelos con el fin de estimar su precisión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se tomaron los datos de 30 ensayos de respuesta de la aplicación de nitrógeno (N) al cultivo de maíz, realizados en la



Clorofilómetro modelo SPAD-502 de Minolta

Región de Azuero en el semestre septiembre - diciembre entre los años 1995 a 2001 (Cuadro 1). Del año 1995 a 1999 los ensayos consistieron en la evaluación de la aplicación de distintos porcentajes de este elemento en forma de urea. En los dos últimos años, los ensayos se usaron para evaluar la respuesta a distintas dosis de N.

El periodo de evaluación comprendió dos tipos de manejo de la densidad de siembra. El primero (1995-1998) consistió en sembrar a una distancia de 75 cm entre hileras y 50 cm entre plantas, dejando dos semillas por golpe, para una densidad teórica de 5.33 ptas/m². En el segundo periodo (1999-2001), las siembras se realizaron a una distancia de 80 cm entre hileras y 20 cm entre plantas, dejando una semilla por golpe, para una población inicial de 6.25 ptas/m².

El Cuadro 2 muestra el análisis de suelo de las muestras tomadas en cada localidad. 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 y se realizó el análisis según Díaz-Romeu y Hunter (1978).

Todos los ensayos recibieron una fertilización de 60 kg de P₂O₅/ha, 20 kg de K₂O y 20 kg de S (en forma de sulfato), al momento de la siembra. Durante todos

los años, el control de malezas se realizó con la aplicación de la mezcla de atrazina, pendimetalina y glifosato a razón de 1.50, 1.50 y 1.23 kg i.a./ha, respectivamente. Adicionalmente, se efectuaron limpiezas manuales por escapes de control de algunas malezas, de tal modo que las parcelas se mantuvieran limpias hasta el momento de la cosecha. Los cultivares utilizados fueron los híbridos P-8916 (1995 y 1996), P-9490 (1997, 1998 y 1999) y X-1358 K (2000 y 2001).

En estos ensayos se usó un clorofilómetro modelo SPAD-502 de Minolta, para estimar el contenido de clorofila de 12 plantas por parcela. Esta medida se tomó en el medio de la hoja de la mazorca, después de la antesis a 65-70 días después de la siembra (dds). Gordón y col. (1997) encontraron que la relación del %N de la hoja está altamente correlacionada con la lectura de este aparato ($r^2 = 0.96$) y su cálculo se obtiene con la fórmula:

$$\%N \text{ de la hoja} = 0.049 \\ (\text{Lectura del SPAD})$$

Para cada año se tomaron datos de rendimiento de grano, número de plantas y mazorcas cosechadas, porcentaje de humedad del grano y rendimiento de rastrojo.

Para estimar los modelos de predicción se realizó una correlación entre el rendimiento de grano con todas las variables medidas. Luego, se hizo un aná-

CUADRO 1. LOCALIDADES EN DONDE FUERON REALIZADOS LOS ENSAYOS. AZUERO, PANAMÁ, 1995-2001.

	Localidad	Latitud	Longitud	Año
1	Los Cantos	7°58.92'	80°36.95'	1998
2	Los Castillos 1	7°58.02'	80°36.55'	1997
3	Los Castillos 2	7°58.36'	80°36.83'	2001
4	Paris	8°01.22'	80°32.11'	1996
5	Parita	8°00.02'	80°31.23'	1996
6	Portobelillo	8°02.51'	80°33.60'	2000 2001
7	El Bongo	7°55.18'	80°28.20'	1995
8	El Ejido	7°54.10'	80°22.30'	1995 1996
9	Guararé 1	7°50.09'	80°16.29'	1998
10	Guararé 2	7°47.70'	80°16.40'	2000
11	La Enea	7°51.21'	80°16.55'	1999
12	Tablas Abajo	7°47.30'	80°15.20'	2000
13	Manantial	7°48.03'	80°13.41'	2001
14	Santo Domingo	7°45.39'	80°13.50'	1995 1996
15	San José 1	7°41.39'	80°13.44'	1996
16	San José 2	7°41.88	80°13.57'	2001
17	San José 3	7°40.53'	80°14.09'	1998 1999
18	San José 4	7°40.90'	80°14.10'	2000
19	La Mina	7°40.45'	80°09.09'	2000 2001
20	Paraíso	7°40.87'	80°09.66'	1998 1999
21	Purio	7°36.55'	80°04.88'	1997
22	Mariabé	7°34.16'	80°03.47'	1997 1999
23	Los Higos	7°31.52'	80°05.55'	1997

lisis de regresión entre el rendimiento de grano con las variables que presentaron mayor coeficiente de correlación. Una vez obtenidos los modelos de regresión para cada año, se calcularon los modelos, esta vez agrupando varios años. Para validar los distintos modelos (por año y agrupados) se tomaron los datos de los cinco ensayos cosechados en el año 2001 y se estimó el rendimiento por modelo. Una vez estimado el rendimiento de grano, se realizó una prueba de Chi Cuadrado para determinar el modelo que mejor se ajustaba.

Finalmente, para la selección del mejor modelo, según la ecuación de cada año, se analizó la información de lluvias registradas en siete pluviómetros de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) en la Región. Se determinaron los meses de lluvia normal, meses de lluvias por debajo y por encima de lo normal. El límite para considerar un mes de lluvia normal corresponde a un valor comprendido entre el límite de confianza del respectivo mes (95% de probabilidad).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los Suelos

Los ensayos fueron ejecutados en un gran número de ambientes, los cuales representan de manera general los suelos en donde se siembra comercialmente maíz en la Región de Azuero. De acuerdo al análisis de suelo, éstos son ba-

jos en fósforo, de medio a alto en potasio, baja toxicidad de aluminio y de bajo a medio de Ca y Mg. El pH es considerado de ácido a levemente ácido (4.7–6.3) y contenido de materia orgánica alrededor del 5%. Su textura va generalmente de arcillosa a franco-arcillosa.

Determinación de los modelos

El resultado del análisis de correlación del rendimiento de grano versus las distintas variables medidas en cada año se presenta en el Cuadro 3. De todas las variables correlacionadas, el rendimiento de materia seca de forraje, peso de mazorca, biomasa total y lectura del clorofilómetro fueron las variables que presentaron los mayores coeficientes de correlación múltiple. El número de plantas y mazorcas cosechadas, así como el índice de cosecha presentaron bajos coeficientes de correlación.

La Figura 1 muestra la relación gráfica de la lectura del clorofilómetro y el rendimiento de grano. Estos resultados indican que a partir del año 1998 el coeficiente de correlación mejoró respecto a los primeros tres años del estudio. Una posible explicación a esta situación puede atribuirse al cambio en el manejo de la población y arreglo topológico de los ensayos, los cuales han podido influenciar en el grado de precisión en la predicción del rendimiento de grano. De acuerdo a estos resultados, la lectura del clorofilómetro está altamente correlacionada con el rendimiento; y debido a que su

CUADRO 3. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y ALGUNAS VARIABLES MEDIDAS. PANAMÁ, 1995-2001.

	Clor	Ptm ²	Mzm ²	PMz	RendF	Biom	Ind
1995	0.65 **	0.18 *	0.45**	0.79**	0.64**	0.86 **	0.11 ^{n.s}
1996	0.68**	0.40**	0.60**	0.87**	0.73**	0.88**	-0.15 ^②
1997	0.66**	0.61**	0.73**	0.78**	0.68**	0.86**	0.19 ^②
1998	0.90**	0.12 ^{n.s}	0.70**	0.96**	0.65**	0.87**	0.29**
1999	0.91**	-0.04 ^{n.s}	0.40**	0.97**	0.85**	0.94**	-0.12 ^{n.s}
2000	0.91**	0.08 ^{n.s}	0.52**	0.96**	0.58**	0.90**	-0.62**
2001	0.88**	0.10 ^{n.s}	0.54**	0.95**	0.91**	0.96**	-0.01 ^{n.s}

② * ** Probabilidad de P menor al 10, 5 y 1%, respectivamente.

Clor = clorofilómetro; Ptm² = planta por m²; Mzm² = mazorca por m²; PMz = peso de mazorca; RendF = rendimiento de forraje; Biom = biomasa total; Ind = índice de cosecha

lectura se realiza mucho antes de la cosecha (65 a 70 dds), esta información puede ser utilizada para realizar predicciones del rendimiento. Resultados similares fueron encontrados por Sainz y Echeverría (1998) y Gordón y col. (1993).

Posteriormente, para darle más consistencia al modelo, se tomó en cuenta la lectura del clorofilómetro y la población de plantas. Esta última variable se incluyó por ser considerada como uno de los componentes más importantes del rendimiento en el cultivo de maíz (Bolaños y col. 1993; Pandey y Gardner, 1992; Fisher y Palmer, 1984; Duncan, 1984).

El modelo utilizado para la regresión fue el siguiente:

$$y = B_1 (\text{Lectura clorofilómetro}) + B_2 (\text{Plantas/m}^2)$$

Una vez calculadas las ecuaciones por año (Cuadro 4) se procedió a calcular una ecuación general (incluye los siete años del estudio). También se calculó una ecuación que incluyó los datos de los años 1995 al 1997 y una tercera ecuación que comprendió los datos de 1998 al 2001. La tercera ecuación se realizó tomando en cuenta que los valores obtenidos en las ecuaciones para cada año (intercepto y pendiente) fueron similares en ambos grupos de años. El coeficiente de determinación de las regresiones anuales también fue similar para cada grupo (Cuadro 4).

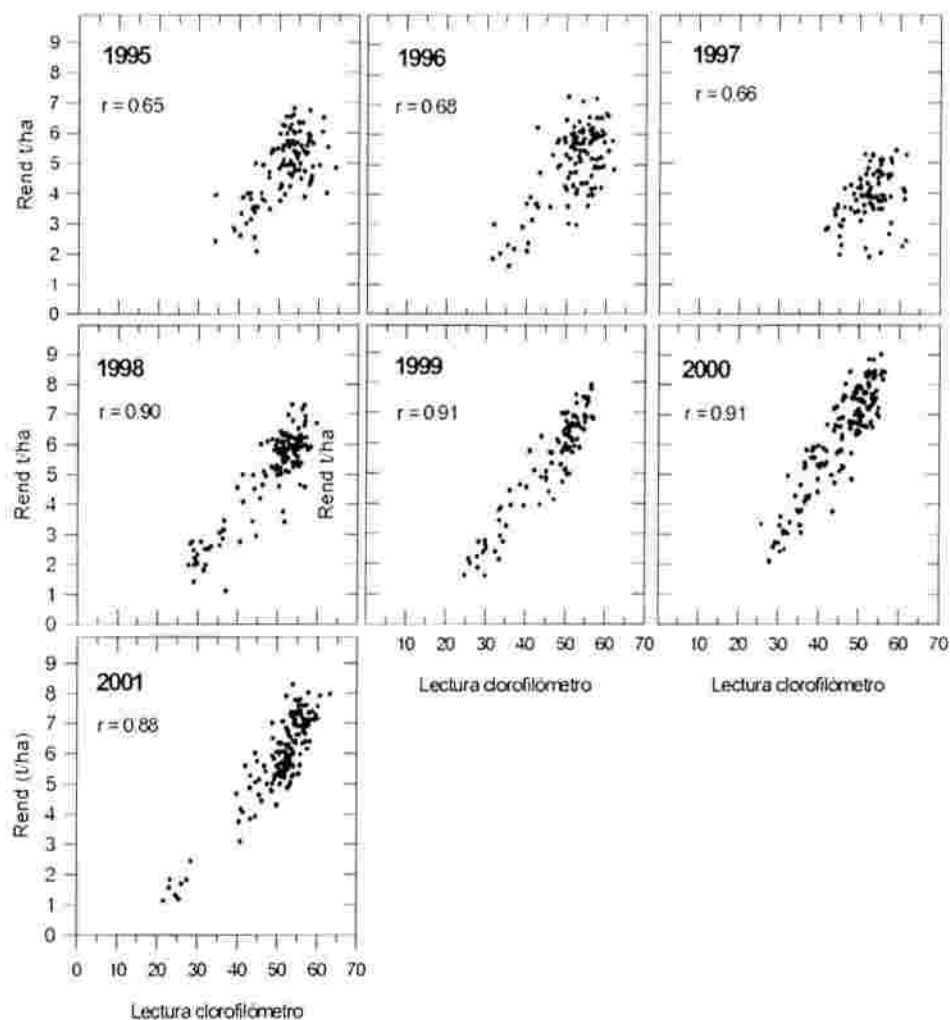


FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO DE GRANO Y LAS LECTURAS DEL CLOROFILÓMETRO EN EL PERÍODO 1995-2001. PANAMÁ.

CUADRO 4. PARÁMETROS CALCULADOS DE LAS ECUACIONES PARA PREDECIR EL RENDIMIENTO DE GRANO SEGÚN AÑO DE EVALUACIÓN Y GRUPOS DE AÑOS. PANAMÁ 1995-2001.

	B ₁	B ₂	R ²
1995	0.0802**	0.1608*	0.97
1996	0.0751**	0.2602*	0.97
1997	0.0435**	0.4916**	0.98
1998	0.1437**	-0.3776**	0.98
1999	0.1699**	-0.4222**	0.99
2000	0.1862**	-0.3838**	0.98
2001	0.1628**	-0.4051**	0.98
95-01	0.0771**	0.3119**	0.96
95-97	0.0616**	0.3584**	0.97
98-01	0.1353**	-0.1352**	0.97

*. ** Probabilidad de P menor al 5 y 1%, respectivamente.

Análisis de la precipitación pluvial en el período 1995-2001

El análisis de la precipitación registrada en este periodo permite interpretar mejor el resultado de los modelos por año. De manera general, en los años 1995, 1997 y 2000 se acumularon menos lluvia que el promedio de los siete años. Mientras que los años 1996 y 1999 son considerados años con más lluvia que el promedio, según el cálculo de los límites de confianza. El resto de los años (1998 y 2001) presentó lluvias que no se diferencian del promedio general (Cuadro 5).

Con relación al régimen de lluvias durante el semestre septiembre-diciem-

bre (Sep-Dic) de cada año, el mismo se comportó de manera similar al registro de todo el año. El año 2000 fue la excepción, ya que a pesar de ser considerado normal, el semestre Sep-Dic presentó un déficit de 205 mm, considerado éste como un semestre por debajo de la media, es decir, con déficit de lluvias.

Durante el periodo de estudio, ninguno de los años presentó una distribución mensual similar de lluvias en el semestre Sep-Dic. Esta situación influye de manera significativa para que la respuesta esperada, de acuerdo a los modelos anuales, difiera de un año a otro.

CUADRO 5. PROMEDIO MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL CAPTADA EN SIETE PLUVIÓMETROS DE LA REGIÓN DE AZUERO. PANAMÁ, 1995-2001.

	95	96	97	98	99	00	01	Prom	L.C.
Abr	43	2	12	2	13	1	0	10	6
May	80	156	20	102	175	121	93	107	20
Jun	148	196	155	139	144	234	95	159	17
Jul	138	173	91	106	175	215	256	165	23
Ago	176	150	23	167	253	215	99	155	30
Ene-Ago	586	688	301	522	778	806	543	604	68
Sep	103	222	169	119	326	144	206	184	30
Oct	246	234	191	185	317	84	231	213	28
Nov	121	231	176	178	332	206	148	199	27
Dic	61	80	1	161	104	28	63	71	20
Sep-Dic	531	767	538	642	1079	462	647	667	61
Ene-Dic	1116	1455	839	1164	1857	1268	1191	1270	125

Conociendo la información del registro de lluvias para un determinado año, se puede aplicar el modelo que corresponda al año con un registro similar de lluvias al período en estudio (1995-2001). Esto permitirá tener un rango de predicción aproximado entre el valor obtenido del modelo general y el modelo anual seleccionado de acuerdo a las características climatológicas.

Validación de los modelos

Para determinar la ecuación que estimó mejor el rendimiento de grano se utilizaron los datos obtenidos de los cinco

ensayos cosechados durante el año 2001.

En el Cuadro 6 se observa el rendimiento promedio de los nueve tratamientos evaluados este año (rendimiento observado), así como el rendimiento calculado al aplicar las tres ecuaciones de años agrupados (rendimiento esperado). Los tres modelos presentaron un χ^2 altamente significativo, pero el modelo que incluyó los siete años fue el que presentó menor valor de la sumatoria del cuadrado de las restas entre lo observado y esperado, por lo que resultó el más

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE GRANO DE LAS PARCELAS DEL AÑO 2001 Y RENDIMIENTOS PREDICHOS SEGÚN MODELO POR GRUPOS DE AÑOS. AZUERO, PANAMÁ. 1995-2001.

Rend. real cosechado*	Rend. de grano calculado según modelo		
	95-97	98-01	95-01
4.65	4.83	5.19	5.24
5.77	5.27	6.16	5.79
5.96	5.46	6.53	6.03
6.02	5.40	6.41	5.95
6.27	5.47	6.53	6.03
6.30	5.45	6.44	6.00
6.51	5.52	6.65	6.10
6.30	5.45	6.59	6.02
4.68	4.79	5.12	5.20
Chi ²	0.73	0.22	0.18

* Promedios obtenidos de cinco localidades y cuatro repeticiones por localidad.

preciso para estimar el rendimiento. La diferencia más alta se encontró en el modelo que incluye el período 1995-1997.

De igual forma se aplicó la metodología para determinar el mejor modelo por año. Se encontró que el modelo del año 2001 fue el mejor, seguido por el del año 1996 y 1999. Este resultado se esperaba, ya que los datos utilizados para este análisis provienen de los ensayos cosechados ese mismo año. Las ecuaciones de los años 1995, 1997 y 2000 fueron las que presentaron

mayor diferencia entre lo observado y lo estimado, es decir presentan la menor precisión (Cuadro 7). Este mismo grupo de años presenta la menor precipitación acumulada (menos de 600 mm) en el semestre Septiembre-Diciembre. Esto sugiere que el modelo es más eficiente en los años cuando no se presenta déficit de agua en el cultivo. Una posible explicación a este hecho es que en años con problemas de lluvias se altera o baja la eficiencia en la aplicación del nitrógeno, lo que a su vez se ve reflejado en las lecturas del clorofilómetro.

CUADRO 7. RENDIMIENTO DE GRANO (t/ha) DE LAS PARCELAS DEL AÑO 2001 Y RENDIMIENTOS PREDICHOS SEGÚN MODELO POR AÑOS. AZUERO, PANAMÁ, 1995-2001.

* Rend. real cos.	Rend. de grano calculado según modelo						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
4.65	4.49	4.85	4.82	4.14	5.03	5.98	4.82
5.77	5.06	5.39	5.12	5.17	6.26	7.32	5.99
5.96	5.30	5.61	5.28	5.55	6.70	7.81	6.42
6.02	5.22	5.54	5.23	5.42	6.55	7.64	6.27
6.27	5.30	5.62	5.28	5.54	6.70	7.81	6.41
6.30	5.26	5.59	5.29	5.43	6.57	7.68	6.29
6.51	5.37	5.69	5.32	5.67	6.85	7.97	6.56
6.30	5.31	5.61	5.24	5.64	6.81	7.92	6.52
4.68	4.45	4.81	4.79	4.07	4.95	5.89	4.74
Chi ²	1.13	0.47	1.15	0.76	0.30	2.81	0.07

* Promedios obtenidos de cinco localidades y cuatro repeticiones por localidad

CONCLUSIONES

- ✱ Se encontró una alta correlación entre la lectura del clorofilómetro y el rendimiento de grano.
- ✱ Se obtuvieron distintos modelos que predicen con bastante precisión el rendimiento de grano del cultivo de maíz.
- ✱ La precipitación pluvial es un factor que condiciona el modelo a utilizar.

RECOMENDACIÓN

- ❖ Validar estos modelos en parcelas de productores colaboradores.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a los técnicos Iván Barahona, Gladys H. Villarreal, Ing. Virgilio Ureña e Ing. Yamil Sánchez, funcionarios de la ANAM por la captura y digitalización de los registros de lluvias, así como por el uso de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- BLACKMER, A.M.; SCHEPPERS, J.S. 1995. Use of a chlorophyllmeter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *J. Prod. Agric.* 8: 56-60.
- BOLAÑOS, J.; PÉREZ, J.; ZEA, J.; QUEMÉ, J.; FUENTES, M.; MENDOZA, C.; LÓPEZ, G. 1993. 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.
- BRINFORD, G.; PETERSON, T. 1998. Methods for improving N management in Corn. *Crop Management and Agronomics - Corn/Maize*. Pionner.
- DÍAZ - ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos y tejidos vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- DUNCAN, W.G. 1984. A theory to explain the relationship between corn population and yield. *Crop Science* 24: 1141- 1145.
- FINNAN, J.M.; BURKE, J.I.; JONES, M.B. 1997. A note on a non-destructive method of chlorophyll determination in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Irish of Agricultural and Food Research* 36: 85-89.
- 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.
- FOX, R.H.; PIEKIELEK, W.P.; MACNEAL, K.M. 1994. Using chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Community Soil Science Plant Anal.* 25 (3-4): 171-181.
- GORDÓN, R.; GONZÁLEZ, A.; DE GRACIA, N.; FRANCO, J. 1997. Eficiencia de uso de nitrógeno aplicado en forma de urea en el cultivo de maíz, Azuero, Panamá. pp. 164-169. *En* J. Bolaños (ed.). *Síntesis de Resultados Experimentales del PRM. 1993-1995*. Vol. 5. CIMMYT, Guatemala.
- 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.

- NOVOA, R.; VILLAGRAN, N. 2002. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de Nitrógeno foliar en maíz. *Agricultura Técnica (Chile)* 62 (1): 166-171.
- PANDEY, S.; GARDNER, C. 1992. Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize populations. *Crop Science* 48: 1-87.
- PELTONEN, J.; VIRTANEN, A.; HAGGREN, E. 1995. Using a chlorophyll meter to optimize nitrogen fertilizer application of intensively-managed small grain cereals. *Journal Agronomy and Crop Science* 174: 309-318.
- SAINZ ROZAS, H.; ECHEVERRÍA, H.E. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. *Rev. Fac. Agron. (La Plata)* 103 (1): 37-44.
- SCHEPERS, J.S.; BLACKMER, T.M.; FRANCIS, D.D. 1992. Predicting fertilizer needs for corn in humid regions: Using chlorophyll meters. *In* Predicting N fertilizer needs for corn in humid regions. B.R. Brock y K.R. Kelly (eds.). National Fert. and Environ. Res. Cen. Bull. Y-226, Muscle Shoals, A.L. pp. 7-27.
- THORTON, P. K. 1995. The Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 3.0. Applying crop models and decision support systems. Vol. 2.

EFFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS DE ORIGEN BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE ÁFIDOS Y MOSCAS BLANCAS EN MELÓN. LOS SANTOS, PANAMÁ. 2002.

Román Gordón M¹.; Jorge Franco²; Andrés González³

RESUMEN

Las plagas han sido uno de los principales problemas del cultivo de melón; tanto es así, que se ha incrementado el uso de insecticidas. Como consecuencia, cada año se agudizan los problemas en el control de áfidos (*Aphis gossypii*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Se estableció un ensayo con el objetivo de evaluar productos que posean la característica de ser inocuos a los organismos benéficos y de baja persistencia en el medio ambiente. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron Metasav (*Metharrizium anisopliae*), Biocrack (extracto a base de ajo), imidacloprid (testigo químico) y un testigo sin control de insectos. Se aplicó tres veces el imidacloprid (2, 27 y 39 ddt) y siete veces los tratamientos Metasav y Biocrack. Se realizó un muestreo de insectos durante todo el ensayo, para determinar la población de éstos y la efectividad de los tratamientos. Las variables medidas fueron: rendimiento de fruta, plantas y frutos cosechados, frutos por planta y población de áfidos y mosca blanca. A estas últimas dos variables se le realizó la transformación de la raíz cuadrada más un medio para normalizar los datos. El análisis estadístico del muestreo de áfidos indicó diferencias altamente significativas a partir del muestreo del 22 de febrero (20 ddt). El Metasav mantuvo buen control de esta plaga, mientras que el Biocrack disminuyó su efectividad a partir del muestreo del 8 de marzo. En cuanto al control de mosca blanca se observó la misma respuesta que la encontrada con los áfidos. El mayor rendimiento de fruto se obtuvo con el tratamiento de imidacloprid con 42.83 t/ha, seguidos por los tratamientos Metasav (31.36 t/ha) y Biocrack (23.33 t/ha). El tratamiento testigo fue el más bajo, debido a la muerte de las plantas por ataque de áfidos.

PALABRAS CLAVES: Melón; *Aphis gossypii*; *Bemisia tabaci*; Metasav (*Metharrizium anisopliae*); Biocrack; imidacloprid.

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

DETERMINATION OF BIOLOGICAL INSECTICIDE EFFECTIVENESS FOR THE APHIDS AND WHITE FLIES CONTROL IN MELON. LOS SANTOS, PANAMA. 2002.

Insect pests are one of melon's major economic constraints, to the point that insecticide applications have been increased. As a result, problems with aphids (*Aphis gossypii*) and white fly (*Bemisia tabaci*) are intensified yearly. An experiment was done to evaluate products harmless to beneficial organisms and with low persistence on the environment. A Completely Randomized Block Design with four repetitions was applied. Treatments to be evaluated were Metasav (*Metharrizium anisopliae*), Biocrak (garlic based extract), Imidacloprid (chemical control) and a Check without pests control. Three Imidacloprid applications (2, 27 and 39 dat) and seven Metasav and Biocrack applications were tested. Sampling was done to estimate pests populations and to assess biological efficacy of treatments. Evaluated variables were: yield of fruits, plants and fruits harvested, fruits per plant and aphid and white fly populations. Square root transformation was applied to aphid and white fly populations. Statistical analysis of aphid population revealed highly significant differences ($P < 0.01$) starting from samples taken on february 22 (20 dat). Metasav showed good aphid control while Biocrack's effectivity was reduced, starting from march 8 sampling. Same results were found for white fly. Highest yield, 42.83 t/ha, was obtained with imidacloprid, followed by Metasav (31.36 t/ha) and Biocrack (23.33 t/ha) treatments. Lowest yield was the result of no pest control by elimination of plants due to aphid attack.

KEYWORDS: Melón; *Aphis gossypii*; *Bemisia tabaci*; Metasav (*Metharrizium anisopliae*); Biocrak; imidacloprid.

INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias para la producción de alimentos implican el uso de tecnologías que produzcan un bajo impacto ambiental y que permitan reducir significativamente el uso de plaguicidas, que por su elevado costo también representan una limitante para los productos que van a ser exportados. El uso de extractos vegetales para el control de insectos representa una alternativa para el manejo integrado de plagas de los cultivos.

En la literatura existen pocos trabajos sobre el uso de extractos vegetales para el control de áfidos y moscas blancas. Mancebo y col. (2000), Guevara y

col. (2000) y Picanco y col. (1999) presentan algunos ejemplos del uso de extractos vegetales para el control de distintas plagas de importancia agrícola. El uso de extractos del árbol de Nim (*Azadirachta indica*) es quizás el insecticida de origen botánico con más estudios en el área agrícola.

Gordón (1990) encontró que insecticidas a base de cipermetrina, cihalotrina y cipermetrina más diazinón ejercieron un buen control de los áfidos en aplicaciones semanales. Este mismo autor encontró que el endosulfan y el fenitrotión controlaron los áfidos con buenos resultados (Gordón y Franco, 1997), lo que indica que es posible

controlar este insecto con insecticidas que se encuentran 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.

El auge en las siembras del cultivo de melón, en los últimos años, ha incrementado los problemas fitosanitarios del mismo. Tanto es así, que se ha aumentado la utilización intensiva de agroquímicos y, en especial, de insecticidas. Como consecuencia, cada año se agudizan los problemas en el control de insectos y, en especial, el control de los áfidos (*Aphis gossypii*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), con insecticidas 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se efectuó en el Campo Experimental del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero, "Ing. Germán De León", localizado en el distrito de Los Santos, provincia de Los Santos. El mismo está ubicado a 7° 56.4' lati-

tud Norte y 80° 25.0' longitud Oeste, a unos 20 msnm. El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de dos surcos de 5.00 m de largo, separados a 2.00 m entre surcos. La siembra se realizó en bandejas y luego los plántones fueron trasplantados a campo a los 14 días después de la siembra (2 de febrero).

Los tratamientos evaluados fueron: 1) extracto de ajo, 1.0 lt/ha (Biocrack); 2) extracto de *Metharrizium anisopliae*, 1.0 kg/ha (Metasav); 3) imidacloprid, a razón de 0.85 g/lt de agua (testigo químico); y 4) parcela testigo sin aplicación de insecticida. Para el control del gusano del fruto se aplicó, de manera general, un insecticida a base de *Bacillus thuringiensis*, cuando el muestreo indicó la presencia de larvas en los cogollos.

La preparación del suelo consistió en tres pases de rastra. Para el abonamiento y manejo de la fertilidad se siguió las recomendaciones del Proyecto de Melón del IDIAP. El control de malezas se realizó con una aplicación de glifosato, a razón de 1.64 kg i.a./ha, con posteriores deshierbas manuales por escapes en el control de algunas malezas.

Los muestreos de insectos se realizaron antes de efectuar la aplicación de los tratamientos y posterior a la aspersión de los mismos. En total, se hicieron 11 muestreos a lo largo del experimento. A

cada muestreo se le realizó un análisis de varianza y las medias se separaron utilizando la prueba de diferencias mínimas significativas.

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. La escala para calificar el ataque de estos insectos se basó en el porcentaje de la hoja que ocupan los mismos. La escala utilizada constó de tres categorías y los valores fueron los siguientes: 1) menos del 25%; 2) entre 25 a 75%; y 3) más del 75% de cobertura de la hoja.

Para el muestreo de moscas blancas se tomó al azar 20 hojas. Este muestreo fue realizado en las hojas del medio y se contó el número de adultos 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.

Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron tres aspersiones del insecticida Imidacloprid a los 2, 27 y 39 días

después del transplante (ddt) y siete de los tratamientos a base de extractos de ajo y *M. anisopliae*. La primera aplicación de los extractos se realizó 4 ddt. Se realizaron tres cosechas en todo el periodo que duró el cultivo. Al momento de cada cosecha se contó el número de frutos cosechados y se registró el peso. Se pesaron los frutos picados por *Diaphania hyalinata* separados de los sanos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al establecer el ensayo en campo se presentaron poblaciones tanto de áfidos (*Aphis gossypii*), moscas blancas (*Bemisia tabaci*), minadores (*Liriomyza* sp.) y gusano del fruto (*Diaphania hyalinata*). Tanto áfidos como moscas blancas se presentaron en la primera semana del transplante. Los minadores de hojas como gusanos del fruto se presentaron avanzado el cultivo.

Control de áfidos

Las primeras colonias de áfidos observadas en las parcelas experimentales se registraron a los 3 ddt, éstas correspondieron al Nivel 1 de la clasificación utilizada (menos del 25% de la hoja con insectos). A partir de este muestreo, la población de insectos fue en aumento. En las parcelas testigos se incrementó la población hasta encontrar un 65% de hojas colonizadas (24 ddt). Los tratamientos basados en imidacloprid y *M. anisopliae* presentaron, durante todo el

desarrollo del cultivo, menos del 15% de hojas muestreadas con el Nivel 1 de la clasificación. El tratamiento del extracto de ajo presentó porcentajes de hojas con valores ligeramente superiores a los tratamientos antes indicados (Cuadro 1).

En las parcelas testigos se presentaron hojas con ataques del Nivel 2 de la clasificación (entre 25 y 75% cubiertas de áfidos), a partir del muestreo a los 17 ddt, alcanzando un máximo de 52% en los muestreos a los 31 y 34 ddt. El tratamiento del extracto de ajo presentó hojas con este nivel de población a partir del muestreo de los 34 ddt. En los otros dos tratamientos evaluados, la presencia de hojas con este nivel de infestación fue mínima. Hojas con más del 75% del envés cubiertas por áfidos (Nivel 3) se presentaron en las parcelas testigos a partir del muestreo de los 27 ddt y las mismas fueron aumentando hasta alcanzar un 100% a los 41 ddt. En los tratamientos basados en imidacloprid y *M. anisopliae*, este tipo de clasificación se encontró en menos del 5% de las hojas muestreadas en el último muestreo. En las parcelas tratadas con el extracto de ajo este nivel se logró observar a partir del muestreo de los 38 ddt.

Al examinar el porcentaje total de hojas colonizadas, el cual incluye la suma de los tres niveles, se observa que el testigo alcanzó el 100% de hojas colonizadas a partir del muestreo de los 24 ddt. Los otros tres tratamientos presentaron

un buen control de la plaga, principalmente el tratamiento a base del extracto de *M. anisopliae*, el cual en ninguno de los muestreos alcanzó el 15% de hojas colonizadas. El tratamiento del extracto de ajo mantuvo un buen control hasta los 31 ddt (por debajo de 20% de hojas colonizadas), luego de este muestreo se observó un incremento en la población de áfidos (Figura 1).

El análisis estadístico del porcentaje total de hojas colonizadas por áfidos en cada muestreo indicó que en los primeros cuatro conteos no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Las diferencias estadísticas se observaron a partir del muestreo de los 20 ddt y las mismas se mantuvieron hasta el muestreo de los 41 ddt (Cuadro 2). El análisis de separación de medias indicó que los porcentajes más altos se observaron en las parcelas testigos, seguidas por el tratamiento a base de ajo. Entre el testigo químico (imidacloprid) y el extracto de *M. anisopliae* no se encontró diferencias significativas en ninguno de los muestreos realizados, lo que indica el buen control que ejerció el hongo sobre las poblaciones de áfidos.

Control de Moscas Blancas

Las poblaciones de *B. tabaci* se presentaron en bajos niveles desde la primera semana del trasplante. Estas se mantuvieron bajas y comenzaron a incrementarse a partir de los 24 ddt, alcanzan-

CUADRO 1. PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE LA HOJA CUBIERTA POR ÁFIDOS (ESCALA DE CLASIFICACIÓN). LOS SANTOS, PANAMÁ, 2002.

	Días después del trasplante/hojas colonizadas (%)											
	3	5	12	17	20	24	27	31	34	38	41	
NIVEL 1												
Imidacloprid	6.3	6.3	14.6	10.9	3.3	1.7	0.0	0.4	0.0	1.3	0.8	
<i>M. anisopliae</i>	12.5	6.3	12.5	6.3	12.5	11.7	10.7	2.9	0.8	1.3	3.3	
Ajo	6.3	3.1	18.8	1.6	6.7	5.8	11.9	2.1	24.2	10.0	14.6	
Testigo	6.3	3.1	29.2	17.2	10.8	65.0	20.8	10.8	2.5	0.0	0.0	
NIVEL 2												
Imidacloprid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>M. anisopliae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	
Ajo	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	12.5	11.7	
Testigo	0.0	0.0	0.0	1.6	12.5	35.0	50.6	52.1	52.5	20.8	0.0	
NIVEL 3												
Imidacloprid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<i>M. anisopliae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	
Ajo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	10.4	
Testigo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	37.1	45.0	79.2	100.0	

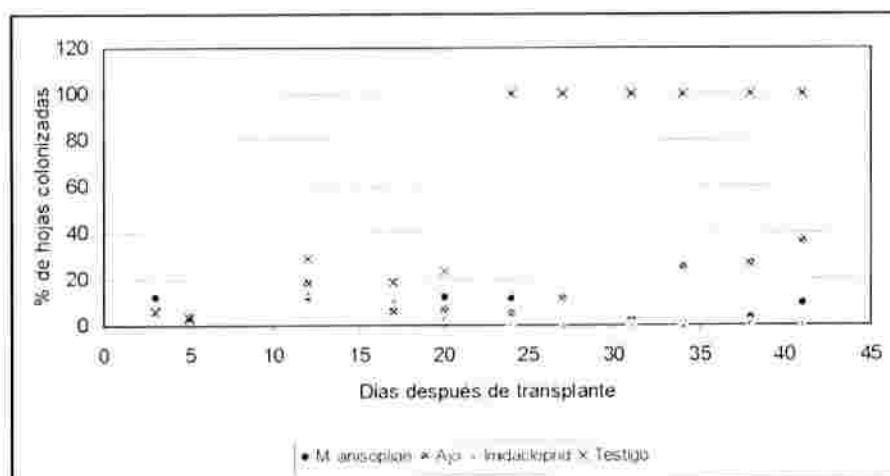


FIGURA 1. PORCENTAJE DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS POR MUESTREO REALIZADO ATRAVÉS DEL DESARROLLO DEL ENSAYO DE MELÓN, LOS SANTOS, PANAMÁ, 2002.

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS POR MUESTREO DE HOJAS COLONIZADAS POR ÁFIDOS, LOS SANTOS.

Muestreo (ddt)	Cuadrados Medios		
	Rep	Trat	Error
5	0.011 ^{ns}	0.011 ^{ns}	0.047
12	0.051 ^{ns}	0.039 ^{ns}	0.034
17	0.020 ^{ns}	0.049 ^{ns}	0.025
20	0.025 [*]	0.086 ^{**}	0.005
24	0.046 [*]	0.826 ^{**}	0.014
27	0.004 ^{ns}	0.710 ^{**}	0.002
31	0.002 ^{ns}	0.834 ^{**}	0.008
34	0.056 ^{ns}	0.853 ^{**}	0.060
38	0.024 ^{ns}	0.721 ^{**}	0.069
41	0.023 ^{ns}	0.669 ^{**}	0.044
g.l.	3	3	9

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

^{ns} diferencias no significativas.

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS POR MUESTREO DE ADULTOS DE MOSCA BLANCA POR HOJA, LOS SANTOS.

Muestreo ddt	Cuadros Medios		
	Rep	Trat	Error
3	0.005 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.007
5	0.017 ^{ns}	0.051 ^{ns}	0.027
12	0.097 ^{ns}	0.012 ^{ns}	0.037
17	0.009 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.011
20	0.013 ^{ns}	0.082**	0.011
24	0.009 ^{ns}	0.127**	0.018
27	0.015 ^{ns}	0.855**	0.025
31	0.169*	1.209**	0.034
34	0.213 ^{ns}	0.190**	0.127
38	0.151 ^{ns}	0.269 ^{ns}	0.133
41	0.025*	1.188	0.007
g.l.	3	3	9

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

^{ns} diferencias no significativas.

do valores por encima de un adulto por hoja. El análisis de varianza del muestreo de la población de adultos por hoja indicó que hubo diferencias significativas entre tratamientos a partir del muestreo de los 20 ddt (Cuadro 3). En relación con los tratamientos, el imidacloprid fue el que mantuvo los niveles más bajos de adultos por hoja durante todo el desarrollo del cultivo. Los tratamientos a base del extracto de *M. anisopliae* y ajo tuvieron un control similar a través de todos los conteos y no presentaron diferencias entre sí (Figura 2). El control de estos dos extractos fue ligeramente superior al testigo químico y presentó una menor población que las parcelas testigos (diferencias altamente significativas).

Al evaluar la dinámica de población de adultos de mosca blanca se observó que la población fue en aumento hasta el conteo a los 34 ddt y luego hubo una tendencia a disminuir. Esto se pudo deber a que la calidad del alimento de la planta (estado físico de las plantas) se fue deteriorando por el daño ocasionado por los áfidos.

Rendimiento y otras variables

El análisis de varianza de los distintos componentes del rendimiento se presenta en el Cuadro 4. Este análisis indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos para las variables número de frutos por metro cuadrado, frutos por planta, peso de frutas, rendimiento por planta y rendimiento total. El número de plantas por metro cuadrado no presentó diferencias significativas.

El Cuadro 5 muestra los diferentes componentes del rendimiento por tratamiento aplicado en este experimento. El promedio general de plantas cosechadas para los cuatro tratamientos fue de 3.04 plantas/m². En cuanto al número de frutos cosechados, la parcela testigo fue la que presentó la menor cosecha con 0.63 frutas/m². Las parcelas tratadas con imidacloprid fue la que mayor cosecha de frutos presentó, seguida por el extracto de *M. anisopliae* con 2.95 y 2.57 frutas/m², respectivamente.

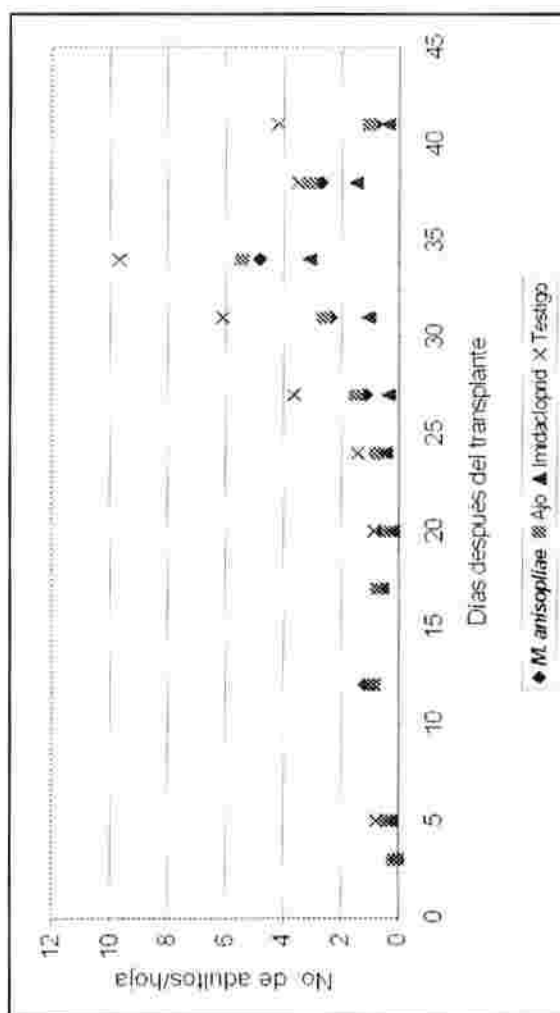


FIGURA 2. NÚMERO DE ADULTOS DE MOSCA BLANCA POR MUESTREO REALIZADO A TRAVÉS DEL DESARROLLO DEL ENSAYO DE MELÓN. LOS SANTOS, PANAMÁ, 2002.

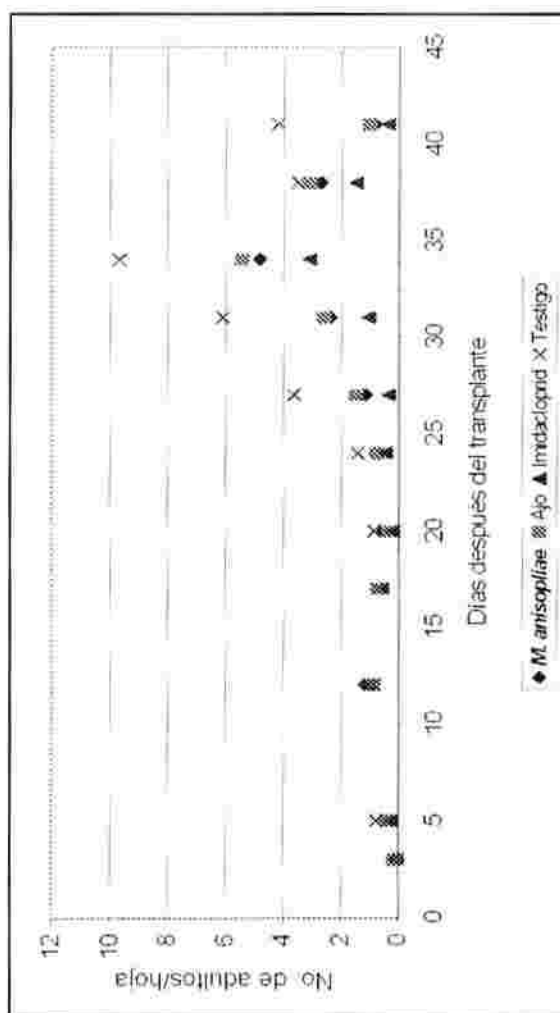


FIGURA 2. NÚMERO DE ADULTOS DE MOSCA BLANCA POR MUESTREO REALIZADO A TRAVÉS DEL DESARROLLO DEL ENSAYO DE MELÓN. LOS SANTOS, PANAMÁ, 2002.

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS DEL RENDIMIENTO/ha, NÚMERO DE FRUTAS Y PLANTAS/m², RENDIMIENTO POR PLANTA Y PESO DE FRUTO. LOS SANTOS.

F. de V.	Cuadrados Medios			C.V., %
	Rep	Trat	Error	
Rend	4.990 ^{n.s.}	985.22**	17.52	16.2
Fruta/m ²	0.198*	4.117**	0.057	11.6
Plantas/m ²	0.123 ^{n.s.}	0.055 ^{n.s.}	0.043	6.8
Fruto / planta	0.026 ^{n.s.}	0.435**	0.010	16.9
Rend/planta	0.034 ^{n.s.}	1.029**	0.029	19.8
Peso fruto	0.0810*	0.221**	0.018	11.3
g.l.	3	3	9	

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

CUADRO 5. RENDIMIENTO, NÚMERO DE PLANTAS Y FRUTAS/m², RENDIMIENTO POR PLANTA Y PESO DE FRUTO, LOS SANTOS, 2002.

	Ptas/ m ²	Frut/ m ²	Rend (t/ha)	Rend/pt (kg)	Fruto/ Planta	Peso Fruta (kg)
<i>M. anisopliae</i>	3.12	2.57	31.36	1.02	0.83	1.22
Ajo	2.87	2.08	23.33	0.82	0.73	1.14
imidacloprid	3.10	2.95	42.80	1.39	0.96	1.46
Testigo	3.08	0.63	5.48	0.18	0.21	0.89
Promedio	3.04	2.06	25.75	0.85	0.68	1.18
DMS	0.33	0.38	6.69	0.27	0.18	0.21

Con relación al rendimiento por hectárea cosechada, todos los tratamientos superaron a la parcela testigo, la cual presentó una cosecha de 5.48 t/ha con todos los frutos muy pequeños (0.89 kg/fruta). El mayor rendimiento se obtuvo en las parcelas tratadas con imidacloprid (42.8 t/ha), seguidas por las parcelas tratadas con el extracto de *M. anisopliae* (31.36 t/ha) y ajo (23.33 t/ha). En cuanto al tamaño de las frutas se observó que las frutas de los tratamientos basados en ajo y *M. anisopliae* no difirieron entre sí y los mismos fueron ligeramente más pequeños que los cosechados en las parcelas con imidacloprid.

Al analizar los distintos componentes del rendimiento se puede concluir que el mayor rendimiento total de las parcelas tratadas con imidacloprid sobre las tratadas con *M. anisopliae* se debió al mayor peso por fruta registrado por estas parcelas, ya que no se encontró diferencias en el número de frutas por planta entre ambos tratamientos.

CONCLUSIONES

- ❖ El tratamiento a base de *Metharizium anisopliae* logró un control efectivo de áfidos y moscas blancas.
- ❖ El extracto de ajo mantuvo baja las poblaciones de moscas blancas y

tuvo un control aceptable de las poblaciones de áfidos.

BIBLIOGRAFÍA

- 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).
- GUEVARA, Y.; MASELLI, A.; SÁNCHEZ, M. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre bacteria fitopatógenas. Revista Manejo Integrado de Plagas N° 56. pp. 38-44.
- MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G.; SALAZAR, R. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella*. Revista Manejo Integrado de Plagas N° 55. pp. 12-23.
- PICANCO, M.; PALLINI, A.; LEITE, G.; MATIOLI, A. 1999. Avaliação de produtos não convencionais para controle de Tuta absoluta em tomate. Revista Manejo Integrado de Plagas N° 54. pp. 27-30.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL NEGRO Y ROJO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ. 1998.

Román Gordón M.¹; Andrés González ²; Jorge Franco ²; Emigdio Rodríguez ³

RESUMEN

Se sembraron dos ensayos de frijol, uno de grano rojo y otro de grano negro, en la Finca Experimental de El Ejido, provincia de Los Santos. Esta finca está ubicada a 7° 54.13' latitud Norte y 80° 22.30' longitud Oeste a una altitud aproximada de 30 msnm. Ambos experimentos se ejecutaron con un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas experimentales fue de cuatro y tres surcos, para el ensayo de grano rojo y negro, respectivamente. En total, se sembraron 17 cultivares de frijol de grano rojo y 20 cultivares de grano negro. Se evaluó el rendimiento, número de plantas cosechadas y la incidencia de las principales enfermedades que afectan este cultivo. Entre los cultivares de frijol negro sobresalieron el CUT107, ICTAJU 97-1, DOR 678 y Tomeguín, por su alto rendimiento y tolerancia a las principales enfermedades que se presentaron en el ensayo. Entre los cultivares de frijol rojo sobresalieron los cultivares DCE 9351-8, DOR 507, DICTA y SRC 1-18-1(A), los cuales pueden ser tomados en cuenta para futuras investigaciones en la Región.

PALABRAS CLAVES: Frijol; *Phaseolus vulgaris* L.; rendimiento; tolerancia a enfermedades.

EVALUATION OF BLACK AND RED BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) IN AZUERO REGION, PANAMA. 1998.

Two field experiment were established, one with red bean and one with black bean, at IDIAP's El Ejido Experimental Field, Los Santos province. The field is located at 7° 54'13" (North Latitude) and 80° 22' 30" (West Longitude), with an approximate altitude of 30 masl. A Completely Randomized Block Design with three replicates was applied to both experiments. Experimental plots consisted of four and three rows for the red and black bean trials, respectively. A total of 17 and 20 red and black bean cultivars were tested for yield, amount of harvested plants and the incidence of main diseases affecting this crop. Promising black cultivars, for their high yield and tolerance to prevalent diseases during the trials, were: CUT 107, ICTAJU 97-1, DOR 678 and TOMEGUIN. Outstanding red bean cultivars were DCE 9351-8, DOR 507, DICTA and SRC 1-18-1 (A). These red and black bean cultivars are to be considered for future Regional research.

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

³ Agrónomo. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá. IDIAP

³ Ing Agrónomo, M.Sc. Fitomejoramiento. Trabajó en el IDIAP hasta el año 2000.

KEYWORDS: Bean; *Phaseolus vulgaris* L.; yield production; tolerance to main diseases.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se ha realizado en la Región Occidental del país; principalmente en las localidades de Caisán, Río Sereno, Bugaba, San Andrés y Potrerillos, todas ubicadas en la provincia de Chiriquí. Estas áreas se caracterizan por sus condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de este cultivo.

Según Rodríguez y col. (1997a), esta especie crece bien a temperaturas promedios de 15° a 27 °C, aunque ésta es una característica asociada con el genotipo. Las temperaturas extremas pueden ocasionar problemas de falta de floración o problemas de esterilidad. White (1985) informa que una planta de *P. vulgaris* puede tolerar temperaturas extremas por un periodo corto de tiempo; sin embargo, si esta condición extrema se prolonga, la planta sufre daños irreversibles.

En Panamá, el frijol se siembra desde los años 40. Las primeras estadísticas de este cultivo indican que el rendimiento promedio para el año 1975 fue de 0.32 t/ha. El mismo ha ido aumentando, alcanzando una media de 0.91 t/ha para el año 1994 (Rodríguez y col., 1997a). En respuesta a estos bajos

rendimientos, el IDIAP ha liberado en los últimos años, variedades con mayor potencial como lo son IDIAP-R2 e IDIAP-C1, con rendimientos promedios de 2.40 y 2.18 t/ha, respectivamente y resistencia intermedia al hongo que produce la enfermedad conocida como mustia hilachosa (Rodríguez, 1997b).

Dentro de los nuevos lineamientos del proceso de modernización del sector agropecuario para la Región de Azuero, el cultivo de frijol está considerado como una de las alternativas para la reconversión de los productores de maíz mecanizado. A pesar de ser una región con temperaturas promedios superiores a la temperatura óptima para el desarrollo de este cultivo, en la actualidad existen cultivares tolerantes a las altas temperaturas. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la adaptación de diferentes cultivares de frijol de grano rojo y negro, bajo las condiciones ambientales de la Región de Azuero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron dos ensayos de frijol; uno de grano de color rojo y otro de grano negro. Ambos ensayos se sembraron el 29 de septiembre de 1998 en la Finca Experimental de El Ejido, provincia de Los Santos. Esta finca está ubicada a 7° 54.13'

una altitud aproximada de 30 msnm. El tipo de suelo en esta localidad es Udico Haplustalf (Jaramillo, 1991) y las características químicas del suelo se pueden observar en el Cuadro 1.

Durante el periodo en que se llevó a cabo el experimento se midió la tempera-

tura máxima y mínima. El promedio de temperatura máxima fue de 31.1°C, con un valor máximo de 34.0°C (15 de septiembre), mientras que el promedio de temperatura mínima fue de 22.9°C, con un valor mínimo de 20.6°C (Figura 1).

También se midió la precipitación pluvial en esta localidad (Cuadro 2).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL EXPERIMENTO. EL EJIDO, LOS SANTOS, PANAMÁ, 1998.

Descripción	
pH	5.3
P (ug/ml)	Trazas
K (ug/ml)	86
Ca (meq/100ml)	1.22
Mg (meq/100ml)	0.53
Al (meq/100ml)	0.3
Mn (ug/ml)	27
Fe (ug/ml)	20
Zn (ug/ml)	2
Cu (ug/ml)	6
Textura (%)	48-18-34

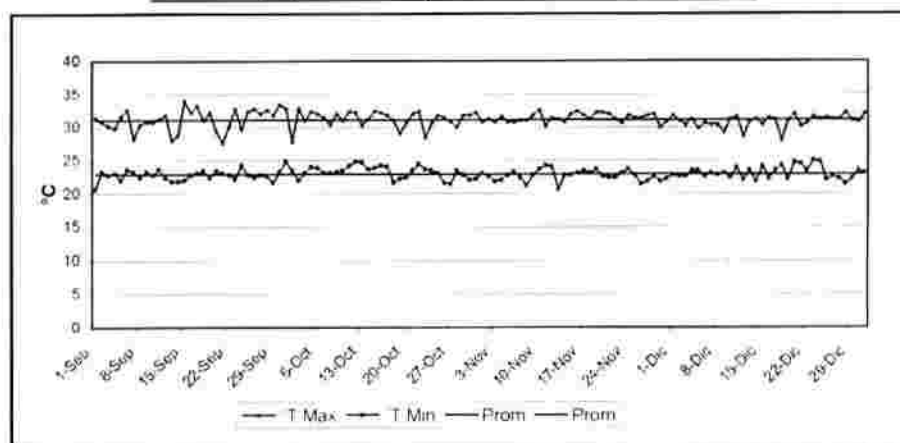


FIGURA 1. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA REGISTRADA DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO. EL EJIDO, LOS SANTOS, PANAMÁ.

CUADRO 2. PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y DÍAS CON LLUVIA EN EL EJIDO, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1998.

Meses	mm de lluvia			Total
	1 al 10	11 al 20	21 al 30	
Sept.	65.2	24.7	10.4	100.3
Oct.	115.6	92.8	12.3	220.7
Nov.	92.5	15.7	88.8	197.0
Dic.	189.9	37.6	13.7	241.2
	Días con lluvia			
Sept.	7	4	4	15
Oct.	7	7	6	20
Nov.	5	8	4	17
Dic.	8	5	2	15

Ambos experimentos se ejecutaron con un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas experimentales fue de cuatro y tres surcos, para el ensayo de grano rojo y negro, respectivamente. El largo del surco fue de cinco metros separados a 60 cm entre sí. La distancia entre plantas fue de 10 cm.

El control de malezas se realizó con la aplicación de pendimetalina a razón de 1.65 kg i.a./ha, después de la siembra. Se efectuaron limpiezas manuales por escapes del control de algunas malezas. La fertilización consistió en la aplicación de 182 kg/ha de la fórmula 15-30-8, al momento de la siembra. Se hizo una fertilización nitrogenada suplementaria con 182 kg de urea/ha a los 20 días después de la siembra (dds).

En total se sembraron 17 cultivares de frijol de grano rojo y 20 cultivares de grano negro. El nombre de estos cultivares se pudo observar en el Cuadro 3.

A ninguno de los dos experimentos se le aplicó fungicida ni bactericida, con el fin de determinar el porcentaje de incidencia de las principales enfermedades de este cultivo como lo son el Mosaico Dorado (transmitido por mosca blanca), la Bacteriosis común causada por *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* y la Mustia hilachosa ocasionada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. Estas enfermedades se evaluaron utilizando una escala de 1 a 10, en donde 1= resistente y 10= susceptible. Se realizaron dos muestreos, el primero a los 50 dds y el segundo a los 65 dds (para bacteriosis y mosaico dorado). Mientras que para la

CUADRO 3. CULTIVARES DE FRIJOL DE GRANO NEGRO Y ROJO EVALUADOS. EL EJIDO, PANAMÁ. 1998.

Cult. Negro		Hab	Cult. Rojo		Hab
1.	Arroyo Loro Negro	2	DICTA 122		3
2.	BAT 304	3	DICTA 146		3
3.	BAT 58	3	DCE 9351-8		3
4.	CUT 107	2	DOR 507		3
5.	CUT 45	3	DOR 576		3
6.	CUT 68	2	ICTA JU 95-4		2
7.	Cuba Cueto 25-8	3	MD 23-24		3
8.	Cuba Cueto 25-9	3	No 9609-2-2		3
9.	DOR 678	3	No 9609-16-3		2
10.	DOR 685	3	PM 9422-3		3
11.	DOR 667	3	Rojo Chiricano		3
12.	Línea INIFAP	2	Rojo Cueto 25-9		3
13.	Línea II 307	2	SRC 1-1-18		3
14.	ICTA JU 91-37	2	SRC 1-2-12		2
15.	ICTA JU 93-1	2	SRC 1-12-1		3
16.	ICTA JU 97-1	3	SRC 1-18-1 (A)		3
17.	ICTA JU 95-50	3	TU (DOR 364)		3
18.	ICTA Ligero	2			
19.	Talamanca	2			
20.	Tomeguín	3			

Hab= Hábito de crecimiento

Mustia hilachosa se realizó un muestreo al momento que se presentó la enfermedad (80 dds). Para el análisis estadístico de estas variables se utilizó la transformación de la raíz cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ambos ensayos se desarrollaron de manera normal bajo las condiciones ambientales de esta zona (temperatura y luz). La

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES RENDIMIENTO DE GRANO Y ALGUNOS DE SUS COMPONENTES DEL ENSAYO DE ADAPTACIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL NEGRO EN AZUERO, PANAMÁ. 1998.

F de V	Rend	Ptm ²	Rendpt	MDor 1	MDor 2	Bact 1	Bact 2	Mustia
Rep	0.0030 ^{n.s.}	6.132 ^{n.s.}	57.35 ^{n.s.}	0.4500 [*]	0.3129 ^{n.s.}	0.2108 ^{n.s.}	0.3111 [*]	0.1839 ^{n.s.}
Trat	0.4401 ^{**}	6.448 ^{n.s.}	76.88 ^{n.s.}	0.8128 ^{**}	0.9597 ^{**}	0.1069 ^{n.s.}	0.2367 ^{**}	0.0765 ^{n.s.}
Error	0.0912	4.172	23.83	0.1212	0.1557	0.0918	0.0974	0.1058
C. V. (%)	31.8	33.2	30.5	19.3	24.7	15.5	14.7	12.8

^{*}, ^{**}, se refiere a diferencias al 5 y 1% de significancia, respectivamente, ^{n.s.}, se refiere a diferencia no significativa. Ptm²= Plantas/m², Rendpt= Rendimiento/planta, MDor1= Primer muestreo M. Dorado, MDor2= Segundo muestreo M. Dorado, Bact1= Primer muestreo bacteriosis, Bact2= Segundo muestreo bacteriosis, Mustia= Muestreo Mustia hilachosa.

precipitación pluvial registrada en diciembre (241 mm) fue superior a la media de los últimos años, superando incluso a la acumulada en los meses de octubre y noviembre. Esta lluvia excesiva, ocasionó un incremento en el ataque del hongo *T. cucumeris*, tanto en los cultivares de grano rojo como negro.

Se realizó una evaluación del hábito de crecimiento según Rodríguez (1997a), resultando que la mayoría presentó el hábito de crecimiento de Tipo 3 (indeterminado postrado) y el hábito de crecimiento Tipo 2 (indeterminado arbustivo) (Cuadro 3).

Ensayo de Cultivares de grano Negro

El Cuadro 4 muestra los Cuadrados Medios del análisis de varianza del rendimiento y las principales variables medidas en este ensayo. Se encontró diferencias altamente significativas para la variable rendimiento de grano y las enfermedades causadas por virus y bacterias. El rendimiento de grano y otras características agronómicas de los 20 cultivares se pueden observar en el Cuadro 5.

En relación con la precocidad, se observó que la variedad ICTA Ligero fue la más precoz (29 días a la floración), mientras que los más tardíos fueron el BAT 58 y Talamanca con floración a los 45 días después de la siembra. El resto

de los cultivares presentó floración entre este rango.

En cuanto al número de plantas por hectárea al momento de la cosecha, se observó que la mayoría de los cultivares estuvieron por encima de las 5.0 plantas/m². A excepción de los cultivares BAT 58, Cuba Cueto 25-9, DOR 667 y DOR 685 que presentaron poblaciones de 2.33, 3.89, 4.89 y 4.89 plantas/m², respectivamente.

El resultado de los muestreos para evaluar el grado de tolerancia a las distintas enfermedades que se presentaron en el ensayo indicó que, para la enfermedad causada por la bacteria sobresalieron por su tolerancia a la presencia de ésta los cultivares DOR 685, DOR 678 y DOR 667 con calificaciones promedios de 2.7, 3.3 y 3.3, respectivamente. Este mismo muestreo indicó que los cultivares más susceptibles fueron el ICTA Ligero, CUT 45, BAT 304 y Línea II 307 con calificaciones superiores a 6. Otra enfermedad que se presentó en el ensayo fue la causada por el virus conocido como Mosaico Dorado. Entre todos los materiales, los más susceptibles fueron el BAT 58, BAT 304, Arroyo Loro Negro y Cuba Cueto 25-8, con índices superiores a 7 en cuanto a la escala evaluada. Los cultivares ICTA JU 97-1 y Línea II 307 sobresalieron por su alta tolerancia al ataque de la misma. Estos materiales presentaron calificaciones menores de 2.0

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE GRANO Y MUESTREO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE CULTIVARES DE FRIJOL DE GRANO NEGRO. EL EJIDO, PANAMÁ. 1998.

Cultivares	Rend (t/ha)	Flor (días)	Ptm ²	Bact 50 dds	Bact 65 dds	M Dor 50 dds	M Dor 65 dds	Mustia 80 dds
CUT 107	1.71	44.0	8.00	3.7	4.0	3.0	3.3	7.3
ICTA JU 97-1	1.55	42.3	7.67	3.7	4.0	1.0	1.0	6.3
Tomeguín	1.45	41.7	6.89	4.0	4.7	2.0	2.0	7.0
DOR 678	1.34	40.7	6.56	3.0	3.3	2.3	2.3	6.3
ICTA JU 95-50	1.17	36.7	7.22	3.3	3.7	2.0	2.0	5.3
Línea INIFAP	1.05	40.0	6.89	4.3	5.7	2.7	5.0	7.0
DOR 685	1.01	38.3	4.89	2.7	2.7	2.0	2.0	6.7
DOR 667	1.01	43.3	4.89	3.0	3.3	3.3	3.3	6.7
CUT 68	0.98	41.7	7.78	3.3	3.7	4.0	4.0	6.0
Talamanca	0.97	45.0	6.22	4.0	4.7	4.0	5.3	5.7
BAT 304	0.95	36.7	7.44	4.0	6.0	7.0	7.7	7.3
Arroyo Loro Negro	0.93	43.3	6.89	3.3	3.7	6.3	7.0	7.0
Línea II 307	0.92	42.3	6.00	4.0	6.0	1.7	1.7	7.3
CUT 45	0.81	41.7	7.00	4.0	6.3	5.7	6.3	6.3
ICTA Ligero	0.77	29.0	6.78	5.3	7.3	2.0	2.0	6.7
ICTA JU 91-37	0.66	37.3	5.22	4.3	4.3	2.7	3.0	5.0
ICTA JU 93-1	0.54	35.3	4.45	3.3	5.0	3.7	3.7	7.3
BAT 58	0.44	45.0	2.33	4.0	4.7	8.3	9.0	7.3
Cuba Cueto 25-9	0.38	42.3	3.89	5.3	5.7	2.0	3.3	6.0
Cuba Cueto 25-8	0.26	41.7	5.89	5.3	5.3	6.3	7.0	5.3

La mustia hilachosa, considerada como la principal enfermedad fungosa del frijol, se presentó en el mes de diciembre, cuando las condiciones de lluvia fueron altas, atacando a todos los materiales de una manera severa, pero cuando el grano ya estaba formado. Los cultivares ICTA JU 91-37, Cuba Cueto 25-8, ICTA JU 95-50 y Talamanca fueron los menos afectados, con una calificación entre 5 y 6, de acuerdo a la escala utilizada.

El resultado de este ensayo indicó que nueve cultivares presentaron rendimientos superiores a una tonelada. Al realizar un análisis combinado de todas las características evaluadas (rendimiento y calificación de enfermedades), los

cultivares **ICTA JU 97-1** (1.55 t/ha, calificación de 1.0, 4.0 y 6.3 para bacteriosis, mosaico dorado y mustia, respectivamente), **DOR 678** (1.34, 2.3, 3.3 y 6.33) **Tomeguín** (1.45, 4.7, 2.0 y 7.0), y **CUT 107** (1.71, 3.3, 4.0 y 7.3), pueden ser considerados para una recomendación en la Región, debido a que presentan, de manera general, la mayor tolerancia a enfermedades, además de un rendimiento aceptable.

Ensayo de Cultivares de grano Rojo

Los resultados del rendimiento y otras variables evaluadas en el ensayo de frijol de grano rojo se observan en el Cuadro 6.

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE GRANO Y MUESTREO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE CULTIVARES DE FRIJOL DE GRANO ROJO, EL EJIDO, PANAMÁ, 1998.

Cultivares	Rend (t/ha)	Flor (días)	Ptm ²	Bact 50 dds	Bact 65 dds	M Dor 50 dds	M Dor 65 dds	Mustia 80 dds
TU (DOR 364)	1.53	40.0	9.50	2.3	4.0	3.7	5.3	8.0
DICTA 146	1.50	40.7	10.17	3.3	4.0	2.7	4.0	8.0
SRC 1-12-1	1.48	31.7	9.33	2.3	4.3	4.0	4.3	7.7
No 9609-2-2	1.41	39.0	9.45	4.0	5.3	2.7	3.0	7.7
Rojo Chiricano	1.35	41.7	9.56	2.7	2.7	3.7	5.3	7.7
PM 9422-3	1.30	41.7	7.00	3.7	6.7	1.7	1.7	7.7
SRC 1-18-1 (A)	1.26	40.0	10.39	4.3	4.7	2.7	2.7	6.0
DOR 507	1.25	45.0	8.72	3.0	4.0	1.3	1.3	7.3
DOR 576	1.15	34.0	11.56	4.0	6.7	2.0	2.0	7.7
DICTA 122	1.15	38.3	9.61	2.7	3.0	2.7	3.0	7.3
DCE 9351-8	1.12	40.0	9.78	2.7	3.0	1.3	1.3	6.3
No 9609-16-3	1.11	41.7	8.50	2.7	3.7	1.7	1.7	7.7
MD 23-24	1.05	40.0	12.17	2.3	3.7	2.3	2.3	6.7
SRC 1-1-18	0.75	41.7	8.89	2.3	3.0	4.3	4.3	7.0
SRC 1-2-12	0.47	42.7	6.17	3.0	4.0	8.0	9.0	7.7
Rojo Cueto 25-9	0.34	44.0	5.94	5.0	5.0	5.0	5.0	3.7
ICTA JU 95-4	0.18	45.0	6.11	2.7	3.0	7.7	8.7	6.3

CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES RENDIMIENTO DE GRANO Y ALGUNOS DE SUS COMPONENTES DEL ENSAYO DE ADAPTACIÓN DE CULTIVARES DE FRIJOL ROJO. AZUERO, PANAMÁ, 1998.

F de V	Rend	Ptm ²	Rendpt	MDor 1	MDor 2	Bac 1	Bact 2	Mustia
Rep	0.0056 ^{n.s}	7.003 ^{**}	19.652 [*]	0.2215 ^{n.s}	0.5007 ^{n.s}	0.0657 ^{n.s}	0.1846 ^{n.s}	0.2142 ^{**}
Trat	0.5012 ^{**}	9.713 ^{**}	51.293 ^{**}	0.7624 ^{**}	0.9928 ^{**}	0.1442 ^{**}	0.2378 ^{**}	0.1557 ^{**}
Error	0.0496	1.549	6.138	0.2901	0.2477	0.0575	0.0679	0.0383
C. V. (%)	20.6	13.8	20.7	31.4	27.2	13.7	13.0	7.4

* **, se refiere a diferencias al 5 y 1% de significancia, respectivamente, ^{n.s}, se refiere a diferencia no significativa. Ptm²= Plantas/m², Rendpt= Rendimiento/planta, MDor1= Primer muestreo M.Dorado, MDor2= Segundo muestreo M.Dorado, Bact1= Primer muestreo bacteriosis, Bact2= Segundo muestreo bacteriosis, Mustia= Muestreo Mustia hilachosa.

A este ensayo se le realizó el análisis de varianza para estas mismas variables y el mismo indicó que hubo diferencias significativas para el rendimiento de grano y las otras variables estudiadas (Cuadro 7).

De todos los cultivares evaluados, el más precoz fue el SRC 1-12-1 (31.7 días a la floración), mientras que los más tardíos presentaron una floración a los 45 días (ICTA JU 95-4 y DOR 507). El resto de los cultivares presentó una floración intermedia entre estos dos valores. En cuanto a la población de plantas cosechadas, se encontró que a excepción de los cultivares SRC 1-2-12, Rojo Cueto 25-9, ICTA JU 95-4 y PM 9422-3 que presentaron poblaciones por debajo de las 6.5 plantas/m², el resto de los cultivares tuvieron una población superior a las 8.5 plantas/m².

Con relación a la bacteriosis se encontró que en el muestreo a los 50 dds todas las variedades tuvieron una baja calificación. Para el muestreo a los 65 dds se observó que cultivares como el DOR 576 y el PM 9422-3, presentaron una calificación superior a 6. Para esta misma fecha las variedades Rojo Chiricano, ICTA JU 95-4, SRC 1-1-18, DICTA 122, DCE 9351-8 tuvieron un valor de 3 o menos en la calificación. Referente al mosaico dorado, la mayoría de los cultivares presentaron una mayor tolerancia a esta enfermedad en comparación con los

cultivares de grano negro. Se identificaron materiales altamente susceptibles a la misma. Entre los materiales más susceptibles podemos mencionar al SRC 1-2-12 y el ICTA JU 95-4 con calificaciones superiores a 8. Los cultivares DOR 507, DCE 9351-8, 9609-16-3 y PM-9422-3 sobresalieron por su alta tolerancia a esta enfermedad.

En cuanto a la mustia hilachosa, se presentó después de los 75 dds, afectando severamente a todos los cultivares. Este ataque fue favorecido por la alta incidencia de lluvias ocurrida en el mes de diciembre. El cultivar Rojo Cueto 25-9 presentó alta tolerancia a la mustia (calificación de 3.7).

Con relación al rendimiento de grano se observó que 13 de los 17 cultivares evaluados tuvieron el rendimiento superior a 1.0 t/ha. Entre éstos sobresalieron el TU (DOR 364), DICTA 146 y SRC 1-12-1 con rendimientos asociados de 1.53, 1.50 y 1.48 t/ha, respectivamente. Al realizar el análisis combinado, tomando en cuenta el rendimiento de grano y la calificación de enfermedades, sobresalieron los cultivares **DCE 9351-8** (rendimiento de 1.12 ton y calificaciones de 1.3, 3 y 6.3 para bacteriosis, mosaico dorado y mustia, respectivamente), **DOR 507** (1.25 ton, 1.3, 4.0 y 7.3), **DICTA 122** (1.15 ton, 3.0, 3.0 y 7.3), **SRC 1-18-1(A)** (1.26 ton, 2.7, 4.7 y 6.0), los cuales pueden ser tomados en cuenta para futuras investigaciones en la Región.

CONCLUSIONES

- ✱ Se logró identificar cultivares que toleran las condiciones ambientales de luz, agua y temperatura prevalcientes en la Región de Azuero.
- ✱ A pesar de ser una zona en donde se siembra por primera vez el cultivo de frijol, se presentan las tres enfermedades que mayor merma le pueden causar a este cultivo.
- ✱ Se logró observar una mayor tolerancia al Mosaico Dorado y Bacteriosis en los cultivares de frijol rojo.
- ✱ Al presentarse las condiciones favorables para la Mustia hilachosa, ésta puede acabar con el cultivo en menos de una semana.

BIBLIOGRAFÍA

- JARAMILLO, S. 1991. Pedones de campo y estaciones experimentales del IDIAP. Boletín Técnico N° 38. IDIAP. 67 p.
- RODRÍGUEZ, E. Y COL. 1997a. Manual técnico para el Manejo Integrado del cultivo de Frijol Común o Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Sistema de Labranza Mínima. IDIAP. Panamá. 75 p.
- RODRÍGUEZ, E.; LORENZO, E.; GONZÁLEZ, F. 1997b. Manejo Integral de frijol poroto. Trabajo presentado en el Seminario de Capacitación para Especialistas del MIDA. 12 de marzo de 1997. Rio Sereno, Panamá. 18 p.
- WHITE, J. 1985. Conceptos Básicos de Fisiología del Frijol. En Producción. CIAT. Cali, Colombia, 419 p.

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE SILICIO EN EL CULTIVO DE ARROZ EN SUELOS ULTISOLES Y ALFISOLES. CALABACITO, PANAMÁ. 2001.

Benjamín Name ¹; José Villarreal ²

RESUMEN

Con la finalidad de comprobar si la aplicación de silicio (Si) contribuye a aumentar la producción de biomasa, altura de la planta, rendimiento de grano y contenido de Silicio tanto en el grano como en el follaje del cultivo de arroz, se realizó un experimento en casa de vegetación utilizando un ultisol de Calabacito y un alfisol de Las Guabas, Penonomé. Se aplicaron cinco niveles de silicio (0, 20, 40, 80 y 160 kg/ha) en la forma de óxido de silicio. Se empleó el material genético de arroz VIOAL-3189 en un diseño experimental Completamente al Azar. En el suelo de Calabacito no se observó aumento en el rendimiento al aplicar diferentes dosis de silicio; sin embargo, sí hubo un aumento en el número de hijos por planta y mejor rendimiento relativo (90 y 87%) al aplicar entre 20 y 40 kg/ha, respectivamente. En el suelo de Las Guabas hubo respuesta en parámetros como: altura de la planta, biomasa del cultivo y número de hijos al aplicar estas mismas dosis. Se encontró que un nivel crítico de 2.8 mg/lit de Si disponible garantiza una buena producción de arroz en suelos intemperizados. Dosis de SiO₂ de 100 y 130 kg/ha producían un aumento en la concentración de Si en las hojas y granos, respectivamente.

PALABRAS CLAVES: Silicato de calcio; silicio; ultisoles; alfisoles; rendimiento de grano; Arroz VIOAL 3189; biomasa; altura de planta; número de hijos.

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

² Lic. en Química, M.Sc. Ciencias del Suelo, IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap_div@cwpanama.net

EFFECT OF DIFFERENT SILICON LEVELS ON THE RICE CULTURE IN ULTISOILS AND ALFISOILS. CALABACITO, PANAMA. 2001.

With the purpose of verifying if the silicon applications help to increase the production of biomass, height of the plant, yield of grain and silicon content both in the grain and in the foliage of the rice plantation, it was realized an experiment on greenhouse using an ultisol of Calabacito and an alfisol of Las Guabas, Penonome. Five silicon levels were applied in the form of silicon oxide (0; 20; 40; 80 and 160 kg/ha). VIOAL-3189 was the genetic material used and the experimental design was completely randomized. In Calabacito's soil increase was not observed in the yield when different doses of silicon were applied; nevertheless, if there was an increase in the number of sons for plant, and better relative yield (90 and 87%) on having applied between 20 and 40 kg/ha, respectively. In the soil of Las Guabas there was a response in parameters like: height of the plant, biomass of the crop and number of sons on having applied the same doses. It was founded that a critical level of 2.8 mg/l of available silicon guarantees a good production of rice in interperized soils. Dose of 100 kg/ha and 130 kg/ha of SiO_2 produce an increase in the silicon concentration in the leaf and grain, respectively.

KEYWORDS: Calcium silicon; silicon; ultisoi; alfisoi; yield of grain; rice VIOAL- 3189; biomass; height of plant; number of sons.

INTRODUCCIÓN

El silicio (Si) es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre; se encuentra presente en casi todos los minerales. La mayoría de los minerales en las rocas ígneas son silicatos y, por lo tanto, el suelo en gran medida se compone de éstos. La accesibilidad del Si a las plantas depende principalmente de la rapidez con que ocurre la meteorización de los minerales, liberando el Si en la solución del suelo. El Si soluble se encuentra presente como $\text{Si}(\text{OH})_4$, monomérico, en un amplio rango de pH (2 a 9) y se encuentra en equilibrio con

SiO_2 amorfo (Ponnamperuma y Castro, 1972). La forma en la cual el Si es absorbido por las plantas es el ácido monosilícico $[\text{Si}(\text{OH})_4]$, aunque los mecanismos de absorción no son claros.

Todas las plantas contienen Si, pero las mayores cantidades se han determinado en las gramíneas. Entre las plantas que han mostrado un aumento en la productividad luego de una fertilización con Si tenemos: el arroz, caña de azúcar, trigo, avena y otros (Fox y col., 1967). En el caso del arroz, la acumulación de Si es proporcional a la disponibilidad del elemento en el suelo (Epstein, 1991).

El principal efecto del Si en las plantas parece ser el aumentar la disponibilidad del fósforo (Goedert y col., 1997). Kato (1998) encontró que el añadir Si soluble al suelo, aumentaba la absorción de fosfato (asumiendo que la adsorción de Si por el suelo es una reacción competitiva con la adsorción de fósforo); esto es particularmente importante en suelos con elevada capacidad de fijación del elemento.

La presencia de Si en la planta de arroz aumenta la resistencia a enfermedades fungosas y le confiere mayor tolerancia a la toxicidad, provocada por el exceso de hierro y manganeso, debido a la gran oxidación que esos dos elementos sufren en la rizosfera (Korndörfer y col., 1999). Además, mejora la capacidad fotosintética y le brinda mayor tolerancia a la falta de agua (Datnoff y col., 1991; Anderson y col., 1991). A pesar de esto, el Si no es considerado un nutrimento esencial para las plantas.

En general, los suelos de las áreas en donde se cultiva arroz en las provincias centrales requieren de un mejor manejo con relación al uso de fertilizantes químicos para sostener los rendimientos. El presente trabajo pretende comprobar si la aplicación de Si contribuye al mejoramiento del rendimiento de grano, biomasa, altura de planta y contenido de Si, tanto en el grano como en el follaje. Igualmente, contribuir a la generación de conocimientos sobre el manejo del Si en el cultivo, bus-

cando rendimientos sostenidos a través de los años.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó bajo condiciones de casa de vegetación, utilizando un suelo ultisol de la Estación Experimental de Calabacito y un alfisol de Las Guabas, representativos de las áreas productoras de arroz en las provincias de Veraguas y Coclé, respectivamente. Se utilizaron cinco niveles de Si (0, 20, 40, 80, 160 kg de SiO_2/ha) aplicados como óxido de silicio. Se utilizó como fuente de Si el silicato de calcio con 73% de SiO_2 y 3% de CaO.

Los suelos, muestreados de 0 a 20 cm, fueron secados al aire, homogeneizados y tamizados a través de una malla de 2 mm y analizados en sus características físicoquímicas, previo a la siembra y después de la cosecha. La textura se determinó por el método de Bouyoucos; el P y K fueron extraídos con Mehlich-1 y determinados por colorimetría y fotometría de llama, respectivamente. El Ca, Mg y Al intercambiables fueron extraídos con la solución de KCl 1N y determinados por espectrofotometría de absorción atómica (Ca y Mg) y titulación con NaOH 1N (Al). El Cu, Fe, Mn y Zn fueron extraídos con Mehlich-1 y determinados por absorción atómica. El pH fue determinado en una proporción suelo-agua de 1:2.5. El Si disponible en el suelo se determinó siguiendo la metodología de Kilmer (1965).

Los suelos se mezclaron con los diferentes niveles de Si y luego fueron colocados en los recipientes que tenían una capacidad para cinco kilogramos de suelo. Adicionalmente, se realizó una fertilización de NPK, empleando el superfosfato triple como fuente de P_2O_5 a razón de 100 kg/ha, cloruro de potasio como fuente de K_2O en dosis de 80 kg/ha y urea como fuente de N a razón de 100 kg N/ha. La aplicación de N se fraccionó a los 10, 30 y 60 días posterior a la siembra.

El material genético de arroz cultivado fue el VIOAL - 3189 a razón de tres semillas por recipiente. Las plantas se mantuvieron a capacidad de campo, desde la germinación hasta los 30 días. Luego se mantuvo una lámina de agua permanente hasta la maduración del grano. Los datos fueron tomados a la cosecha, 120 días después de la siembra (dds) para determinar el efecto de los tratamientos en el peso de la espiga, peso de biomasa producida, rendimiento de grano, número de hijos producidos y altura de las plantas. Posterior al corte de las plantas (hojas + espiga), las muestras fueron secadas a 65°C en horno de aire forzado y se pesó la materia seca.

Para determinar la concentración de Si en el grano y follaje se empleó la metodología de ignición en mufla y determinación por gravimetría hasta lograr tres pesadas parecidas (EMBRAPA, 1997).

Para conocer el valor de la producción relativa en cada tratamiento se dividió el peso promedio de la producción de grano de cada tratamiento, de ambos suelos, entre el peso promedio del tratamiento que presentó la mayor producción de grano multiplicado por 100. Se determinaron las curvas de regresión entre dosis y contenido de Si en hojas y granos. Además, se determinó el nivel crítico de Si en el suelo utilizando el método gráfico de Cate y Nelson (1965).

Se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

El análisis estadístico fue realizado con el programa estadístico SAS para ANOVA, prueba de Duncan y análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las características físicas y químicas de los suelos de las áreas seleccionadas. El suelo de Calabacito presenta un pH bajo, niveles inferiores de P, bases intercambiables y niveles más altos de aluminio intercambiable, evidenciando con esto que son suelos altamente intemperizados y lixiviados, con acentuada desilicización y pobreza en bases, constituidos por una fracción arcillosa dominada por caolinita e importantes fracciones de gibsita y goetita (Name y col., 1991).

CUADRO 1. CARACTERIZACION FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS PREVIO A LA SIEMBRA.

Suelos	Textura		pH (suelo-agua 1:2.5)	P mg/kg	K mg/kg	Ca	Mg Cmol/kg	Al	Mn	Fe	Cu	Zn	Si
	A	L Arc											
Las Guabas	50	18 32 FARA	5.4	15.0	55.0	0.67	0.21	0.3	82.0	56.0	1.0	3.0	12.2
Calabacito	17	39 44 F	4.7	Tr	31.0	0.58	0.10	3.0	4.0	39.0	3.0	Tr	5.0

El suelo de Las Guabas presentó un nivel mucho más elevado de fertilidad permitiendo suponer que probablemente, la aplicación de silicio no tendrá mayor efecto positivo en los parámetros seleccionados para medir su efecto en el rendimiento. Esta diferencia marcada en el contenido de macro y micronutrientes permitió comparar el efecto de la aplicación del Si a nivel de laboratorio e invernadero.

Según Snyder y col. (1986), suelos con niveles de Si inferiores a 10 mg/dm^3 , extraídos con ácido acético, 0.5 mol/dm^3 , deberían recibir fertilización con silicato de calcio para obtener un rendimiento máxi-

mo, mientras que suelos con concentraciones iguales o superiores a 13 mg/dm^3 , no necesitarían la aplicación de este elemento.

En el Cuadro 2 se observa que la permanencia de una condición anaeróbica en los suelos tuvo un efecto importante sobre el pH y los niveles de aluminio intercambiable, principalmente en el suelo de Calabacito. Los niveles de fósforo fueron influenciados por el aumento del pH y por los niveles crecientes de Si aplicados al suelo. En relación al calcio y magnesio no se observó ningún efecto por la baja concentración de estos elementos en el material utilizado.

CUADRO 2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS SUELOS DESPUÉS DE LA COSECHA.

Tratamiento	pH	P	K	Ca	Mg	Al
kg/ha	(suelo-agua 1: 2.5)	mg/l	Cmol/kg			
Calabacito						
0	4.6	Trazas	30	0.60	0.08	0.6
20	5.1	Trazas	31	0.62	0.09	0.8
40	5.3	2	33	0.61	0.10	1.0
80	5.4	2	33	0.60	0.10	0.7
160	5.4	1	33	0.66	0.10	0.6
Las Guabas						
0	5.3	12	58	0.68	0.20	0.3
20	5.4	12	59	0.66	0.23	0.2
40	5.4	12	63	0.70	0.24	0.2
80	5.4	11	64	0.71	0.24	0.3
160	5.5	11	64	0.71	0.25	0.2

En el Cuadro 3 se aprecia que la aplicación de Si afectó estadísticamente el número de hijos en el caso del suelo ultisol, cuando las dosis fueron de 20 y 40 kg de SiO_2 /ha. En cambio, en el suelo alfisol, el Si afectó positivamente la altura, el número de hijos y la biomasa y negativamente el rendimiento de grano.

En todos los casos, los coeficientes de variación fueron bajos, comprobando el manejo riguroso que se le dio al experimento. La baja respuesta a la aplicación de Si observada en el suelo de

Calabacito, probablemente puede ser atribuida a la elevada capacidad de fijación de fósforo de este suelo. Según Kato (1998), ambos mecanismos de fijación son muy semejantes y compiten entre sí. Esto puede comprobarse por la baja concentración de Si disponible después de la siembra que se observa en este suelo (Cuadro 6); resultados semejantes fueron encontrados por Korndörfer y col. (1999) en ultisoles de Brasil.

En el Cuadro 4, al comparar los resultados del experimento, considerando

CUADRO 3. EFECTO DE LOS NIVELES DE SiO_2 EN LA ALTURA, PRODUCCION DE BIOMASA, RENDIMIENTO DE GRANO Y NUMERO DE HIJOS DE PLANTAS DE ARROZ EN SUELOS ULTISOL Y ALFISOL (n=4)

Tratamiento	Altura	Biomasa	Rendimiento de grano	Número de hijos
kg/ha	cm		g	
ULTISOL				
0	85.5 a	131.5 a	28.5 a	3.2 b**
20	90.5 a	194.1 a	31.9 a	4.0 a
40	89.6 a	155.2 a	30.8 a	4.5 a
80	88.0 a	169.4 a	28.5 a	3.0 b
160	90.5 a	135.7 a	28.3 a	3.0 b
C.V.	3.5 %	26.6%	13.4%	9.6%
ALFISOL				
0	84.0 c**	278.6 ab*	35.3 a*	3.0 d*
20	90.0 ab	327.5 ab	27.8 ab	4.7 ab
40	90.5 a	357.1 ab	23.5 ab	5.0 a
80	85.0 c	393.7 a	23.8 b	4.2 bc
160	87.0 ab	248.3 b	24.4 b	3.8 c
C.V.	2.3 %	26.6%	20.3%	9.3%

el efecto del suelo, se encontró que en el alfisol se dio una mayor producción de biomasa y número de hijos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de grano y en la altura; sin embargo, se detectó mayor rendimiento y altura en el ultisol.

El análisis combinado de los resultados obtenidos en los dos suelos permitieron detectar diferencias estadísticamente significativas en la altura, biomasa y número de hijos (Cuadro 5).

Datnoff y col. (1997), al estudiar el efecto de la aplicación de silicio en la forma de silicato de calcio, sobre la producción de biomasa en caña de azúcar, encontraron que al aplicar dosis elevadas (> 4 t/ha) había una disminución en la altura de las plantas y en la producción de biomasa, no así en el número de hijos de la caña de azúcar. Atribuyendo este hecho observado a que dosis muy elevadas del producto producen un aumento en el pH del suelo, lo que puede traer como consecuencia la insolubilización de ciertos micronutrientes.

El Cuadro 6 muestra los promedios de Si disponible en cada tratamiento y peso de grano utilizados para el cálculo del rendimiento relativo. Se observa que los mejores promedios de rendimiento relativo fueron obtenidos al aplicar 20 y 40 kg/ha en el suelo de Calabacito y 0 kg/ha en Las Guabas. En ambos suelos se presenta una tendencia a aumentar la concentración de

Si disponible hasta los 40 kg/ha. A partir de los 80 kg/ha, la tendencia de la concentración de Si en el suelo es a disminuir con relación a la dosis anterior. Esto indica la posibilidad de la fijación del elemento aplicado sobre este nivel.

La relación entre contenido de Si disponible en el suelo y rendimiento relativo de arroz en cada tratamiento aparece en la Figura 1. Para obtener el nivel crítico de Si en el suelo (2.8 mg/lit) fue necesario definir primeramente la ecuación matemática que mejor se ajustaba al modelo, luego se estableció el modelo gráfico de acuerdo a Cate y Nelson (1965).

El análisis de regresión mostró que la ecuación $y = -0.363x^2 + 1.3946x + 85.623$ fue la que presentó el mejor coeficiente de correlación ($R^2 = 0.59$).

Korndörfer y col. (1999), trabajando con ultisoles de Brasil, encontraron que un nivel de 9.8 mg/lit de Si en el suelo era suficiente para obtener una producción óptima de arroz.

Los tratamientos mostraron una gran influencia en el contenido de Si, en el grano y en el follaje de las plantas de arroz, como se observa en los Cuadros 7 y 8. Esto se demuestra al encontrarse un elevado coeficiente de correlación entre Si y los cinco tratamientos ($R = 0.95$; $P < 0.10$) comprobando la alta relación de dependencia entre ambas variables. A partir de los 20 kg/ha de Si, la tendencia es a aumentar la concentración de sílice, tanto

CUADRO 4. EFECTO DEL TIPO DE SUELO SOBRE LA ALTURA, PRODUCCION DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DE GRANO DE PLANTAS DE ARROZ.

Suelo	Altura cm	Biomasa (g)	Rendimiento de grano (g)	Número de hijos
Calabacito	88.9 a	153.2 b**	29.6 a	3.6 b**
Las Guabas	87.3 a	320.9 a	27.1 a	4.1 a
C.V.	3.0%	26.6%	17.0%	9.5%

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa.

** Significativa al 1% de probabilidad según la prueba de Duncan.

CUADRO 5. EFECTO DE LA DOSIS DE SIO, SOBRE LA ALTURA, PRODUCCION DE BIOMASA, RENDIMIENTO DE GRANO Y NUMERO DE HIJOS DE PLANTAS DE ARROZ CONSIDERANDO LAS MUESTRAS EN CONJUNTO (n=8).

Tratamiento de Si, kg/ha	Altura cm	Biomasa g	Rendimiento de granos (g)	Número de hijos
0	84.9 c**	205.2 b*	32.0 a	3.1 c**
20	90.3 a	248.0 ab	29.6 a	4.4 a
40	90.0 a	254.7 ab	27.3 a	4.8 a
80	86.6 bc	283.1 ab	26.4 a	3.6 b
160	88.8 ab	194.2 b	26.2 a	3.3 b
C.V.	3.0%	27.5%	18.0%	11.5%

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa.

* significativa al 5% de probabilidad según la prueba de Duncan

** Significativa al 1% de probabilidad según la prueba de Duncan

CUADRO 6. EFECTO DE NIVELES DE SiO_2 EN LA CONCENTRACION DE Si DISPONIBLE EN EL SUELO, PESO DE GRANOS Y PRODUCCION RELATIVA EN UN ULTISOL Y UN ALFISOL.

Tratamientos de Si kg/ha	Si disponible en el suelo* mg/l	Peso de granos* gramos	Producción relativa %
	Ultisol		
0	0.89	28.54	80.94
20	1.04	31.94	90.58
40	6.94	30.75	87.21
80	4.78	28.51	80.86
160	2.87	28.29	80.23
	Alfisol		
0	2.88	35.26	100.00
20	4.61	27.80	78.84
40	9.36	23.51	66.68
80	9.38	23.75	67.36
120	7.48	24.44	69.31

* n=4

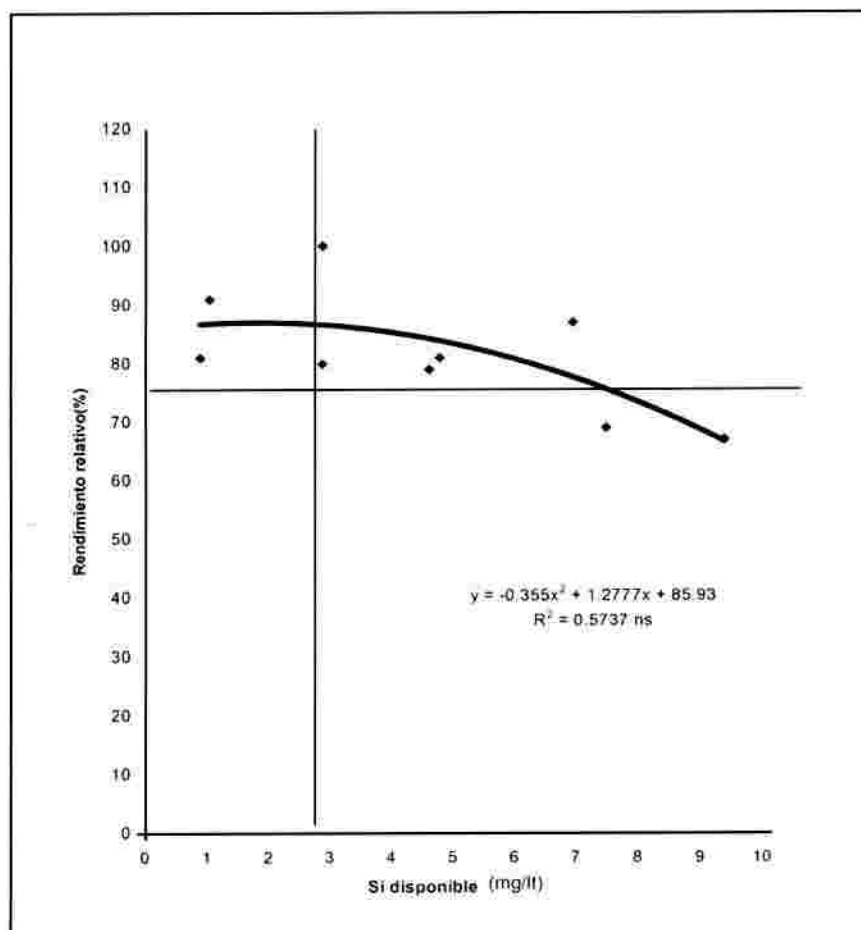


FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO RELATIVO Y CONCENTRACIÓN DE SI DISPONIBLE EN EL SUELO.

en grano como en follaje, dando la posibilidad que esto mejore la resistencia a diferentes tipos de estrés a la cual pueda estar sometida la planta y a una mejor calidad del grano.

El contenido de P no guarda una relación directa con el aumento del nivel de Si aplicado. Se puede verificar que tanto en el grano como en el follaje, los mayores contenidos en la parte aérea de la planta se obtuvieron al aplicar 20 y 40 kg de SiO_2 por hectárea. También lo demuestra el índice de correlación obtenido, siendo este negativo y no significativo entre el nivel de Si y contenido de P ($R = -0.09$, $P < 0.55$). Según Kato (1998), elevadas aplicaciones de silicato de calcio pueden provocar la elevación excesiva del pH del suelo, ocasionando la fijación de los fosfatos y consecuentemente, una disminución de la concentración de P disponible en la solución del suelo.

Korndörfer y col. (1999) al aplicar diferentes niveles de SiO_2 , en experimentos con arroz de secano, realizados en suelos ácidos de Brasil, encontraron que los mejores resultados se obtenían al aplicar dosis de SiO_2 entre 80 y 150 kg/ha.

A pesar de haber obtenido valores elevados de Fe en el follaje, superiores a 1,100 mg/kg, las plantas no mostraron síntomas de fitotoxicidad por Fe. La humedad del suelo permaneció por un largo período de tiempo superior a la capacidad de campo, lo que favoreció una condición de anaerobiosis y posiblemente, la

reducción del Fe ($\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$), aumentando de esta forma la disponibilidad para las plantas. La presencia o exceso de Fe^{2+} en la solución del suelo puede provocar toxicidad de este elemento en el arroz y deficiencia de otros micro y macronutrientes esenciales en la nutrición de la planta (Ponnamperuma y Castro, 1972). Tratándose de suelos ultisoles y alfisoles ricos en óxidos de Fe, era de esperarse una posible muestra de fitotoxicidad en las plantas; sin embargo, según Korndörfer y col. (1999), la absorción de Si por la planta de arroz tiene un gran efecto en el transporte de O_2 hasta las raíces. El Si puede aumentar el número y el diámetro de las parénquimas de las plantas, estructuras responsables por la conducción del oxígeno de las hojas hasta la raíz. De esta forma, mientras mayor sea la cantidad de Si absorbido, mayor es el transporte de O_2 y, en consecuencia, mayor la precipitación del Fe libre (Fe^{2+}) y menor su absorción.

Según Snyder y col. (1986), el cultivo de arroz al menos debe contener 3% de Si en la parte aérea para garantizar un desarrollo ideal y aumento en el rendimiento. En los suelos estudiados las cantidades promedio variaron entre 2.6 y 4.8% (Cuadro 7).

Según Takahashi (1995), la cantidad de Si en la hoja de plantas de arroz está directamente relacionada con la cantidad de Si aplicada al suelo. Se cree que el Si proporciona protección contra enfermedades fungosas, porque este elemento crea

CUADRO 7. EFECTO DE LA DOSIS DE SiO_2 EN EL CONTENIDO DE MACRO Y MICRONUTRIMENTOS EN EL GRANO DE ARROZ AL MOMENTO DE LA COSECHA.

Tratamiento 4- ^{es} Tratamiento de Si	N	P	K	Ca	Mg	Si	Cu	Mn	Fe	Zn
(kg/ha)										
0	0.99 b	0.17 c**	0.16 bc**	0.07 ab*	0.06 bc**	1.68 e**	9.7 b**	250.0 a**	120.3 a**	31.1 a
20	1.01 b	0.28 a	0.17 ab	0.07 ab	0.07 b	2.10 d	10.0 b	142.6 c	77.6 c	29.8 a
40	1.13 a	0.27 a	0.18 a	0.08 a	0.10 a	2.35 c	9.8 b	129.6 d	102.0 b	29.7 a
80	1.00 b	0.22 b	0.16 bc	0.06 b	0.06 c	2.38 b	9.8 b	112.0 e	79.3 c	29.8 a
160	1.15 a	0.13 d	0.15 c	0.07 ab	0.05 d	2.61 a	19.4 a	187.8 b	71.5 d	30.1 a
CV(%)	11.01	6.60	6.62	19.5	13.4	1.24	9.95	3.68	6.22	6.81

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa.

* Significativa 5% de probabilidad según la prueba de Duncan.

** Significativa 1% de probabilidad según la prueba de Duncan.

CUADRO 8. EFECTO DE LA DOSIS DE SiO_2 EN EL CONTENIDO DE MACRO Y MICRONUTRIMENTOS EN EL FOLLAJE DE PLANTAS DE ARROZ AL MOMENTO DE LA COSECHA (n=8).

Tratamiento kg/ha	N	P	K	Ca	Mg	Si	Cu	Mn	Fe	Zn
0	1.12 b**	0.02 c**	0.58 a**	0.22 a**	0.12 b**	2.6 c**	20.0 ab**	1178.9 a**	932.7 b**	53.2 b**
20	1.31 a	0.07 a	0.44 b	0.22 a	0.13 b	4.3 b	21.4 ab	1083.2 ab	1632.9 a	45.5 b
40	1.09 b	0.06 ab	0.45 a	0.23 a	0.09 b	4.7 a	20.5 ab	735.1 c	1847.4 a	44.6 b
80	1.12 b	0.04 bc	0.45 b	0.22 a	0.09 b	4.7 a	15.4 b	848.6 bc	1607.2 a	49.5 b
160	1.15 b	0.02 c	0.39 c	0.22 a	0.17 a	4.8 a	22.1 a	1085.1 b	1074.7 b	75.2 a
CV(%)	11.7	23.6	8.2	7.0	27.3	6.5	28.5	24.3	26.6	20.2

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa.

** Significativa 1% de probabilidad según la prueba de Duncan.

una barrera mecánica en la epidermis de la hoja a través de la precipitación del Si. Además, también reduce la formación de aminoácidos y almidón que promueven el crecimiento de los hongos.

Con relación al efecto del suelo sobre el contenido de nutrimentos en la parte aérea y en el grano, se puede observar en los Cuadros 9 y 10 que el suelo no mostró efecto en el contenido de nutrimentos del grano, a pesar, de la gran diferencia en su estado de fertilidad (Cuadro 1), pero sí se observaron diferencias estadísticamente significativas en el follaje.

Como se comprueba en las Figuras 2 y 3, el arroz es una gramínea que tiende a acumular Si, tanto en las hojas como en el grano. Sin embargo, cuando las dosis son muy elevadas, la acumulación es menor y se incurre en la aplicación de cantidades innecesarias del nutrimento. En las hojas (Figura 2) se puede observar que la ecuación polinomial obtenida nos muestra que es innecesario aplicar más de 100 kg de SiO_2 /ha para aumentar el contenido de Si en la hoja de arroz. En el grano (Figura 3), después de 130 kg de SiO_2 /ha no se observa un aumento en la acumulación de Si en el grano, según la ecuación polinomial obtenida ($R^2 = 0.90$).

CONCLUSIONES

- En el suelo del orden Ultisol (Calabacito), por ser un suelo con alta capacidad de fijación de nutrimentos, no se observó aumento estadísticamente significativo en el rendimiento de arroz al aplicar diferentes dosis de SiO_2 ; sin embargo, hubo un mayor ahijamiento al aplicar entre 20 y 40 kg/ha de SiO_2 .
- En el suelo del orden Alfisol (Las Guabas) por ser un suelo de mediana fertilidad, no se obtuvo un mayor rendimiento al aplicar dosis crecientes de SiO_2 ; sin embargo, hubo respuesta en parámetros como: altura de la planta, biomasa del cultivo y ahijamiento, principalmente, cuando se adicionó entre 20 y 40 kg/ha de SiO_2 .
- En general, se comprobó que la fertilización de suelos intemperizados con SiO_2 mejora la capacidad fotosintética de los cultivos, altura de la planta, biomasa y número de hijos del cultivo.
- Se observó una elevada producción relativa en el suelo de Calabacito, especialmente en los tratamientos donde se aplicó 20 y 40 kg/ha de SiO_2 , con 90 y 87%, respectivamente.

CUADRO 9. EFECTO DEL TIPO DE SUELO SOBRE EL CONTENIDO DE MACRO Y MICRO NUTRIMENTOS EN EL FOLLAJE DE PLANTAS DE ARROZ AL MOMENTO DE LA COSECHA.

Suelo	N	P	K	Ca	Mg	Si	Cu	Fe	Mn	Zn
	%									
Ultisol	1.83a*	0.02 b*	0.54a*	0.26a*	0.09 b*	3.20 b*	25.1a*	1723.4a*	597.5 b*	64.2b*
Alfisol	0.48 b	0.06a	0.39 b	0.18 b	0.15a	5.27a	14.7 b	1138.6 b	1378.9a	43.1b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa.

* Significativa 5% de probabilidad según la prueba de Duncan.

CUADRO 10. EFECTO DEL TIPO DE SUELO SOBRE EL CONTENIDO DE MACRO Y MICRO NUTRIMENTOS EN EL GRANO DE ARROZ AL MOMENTO DE LA COSECHA.

Suelo	N	P	K	Ca	Mg	Si	Cu	Fe	Mn	Zn
	%									
Ultisol	1.06a	0.21a	1.70a	0.08a*	0.07a	2.22a	11.8a	89.4a	165.4a	30.6a
Alfisol	1.06a	0.22a	1.67a	0.07 b	0.07a	2.24a	11.7a	90.9a	163.5a	29.8a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa.

* Significativa 5% de probabilidad según la prueba de Duncan.

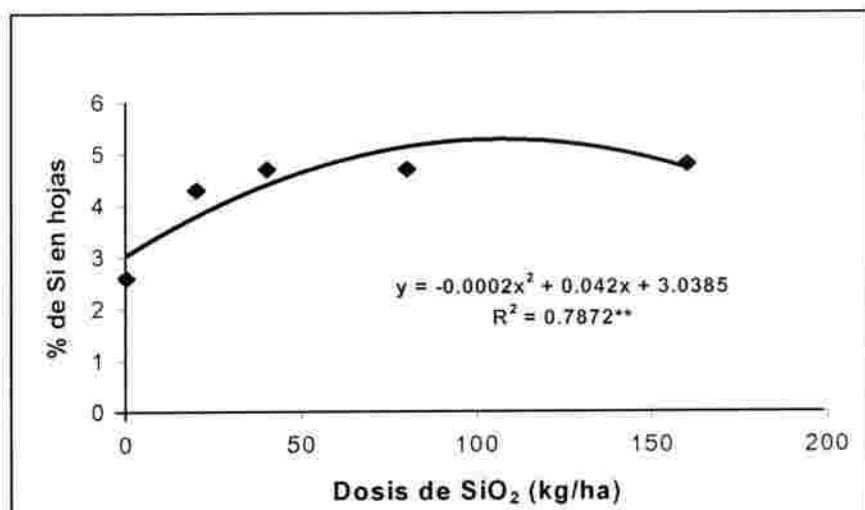


FIGURA 2. RELACION ENTRE DOSIS DE SiO_2 APLICADA Y PORCENTAJE DE Si ABSORBIDO POR LA PLANTA.

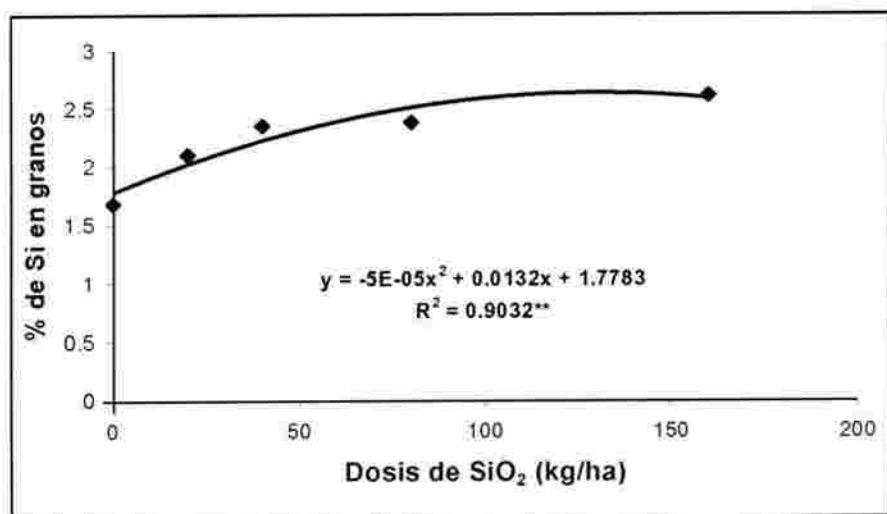


FIGURA 3. RELACION ENTRE DOSIS DE SiO_2 APLICADO Y PORCENTAJE DE Si EN EL GRANO DE ARROZ.

- ❁ Los resultados del experimento, como primera aproximación, evidencian que una concentración de 2.8 mg/lit de Si disponible en el suelo es suficiente para garantizar una buena producción de arroz en suelos altamente intemperizados.
- ❁ Se encontró que la aplicación de SiO_2 al suelo entre 20 y 40 kg/ha contribuye a aumentar la absorción de fósforo y hierro.
- ❁ A pesar de las elevadas concentraciones de hierro en el follaje no se detectó síntomas de toxicidad en la planta.
- ❁ Según la ecuación de regresión, para producir un aumento en el contenido de Si en follaje y grano se requieren como máximo, 100 y 130 kg/ha de SiO_2 aplicados al suelo, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, D.L.; SNYDER, G.H.; MARTIN, F.G. 1991. Multiyear response of sugarcane to calcium silicate slag on Everglades Histosols. *Agron. Journal* 8: 870-874.
- CATE, R.B. Jr.; NELSON, L.A. 1965. A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data. *Tech. Bul. N°1*, International Soil Fertility Project. North Carolina State University.
- DATNOFF, L.E.; KONRDÖRFER, G.H.; SNYDER, G.H. 1991. Efeito do silicato de calcio sobre a acidez do solo e produção de matéria seca de cana de açúcar. XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Julho 20-26, Rio de Janeiro, Brasil. En CD-Rom.
- DATNOFF, L.E.; RAID, R.N.; SNYDER, G.H.; JONES, D.B. 1997. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Disease* 75: 729-732.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPq). Manual de Métodos de Análisis de Suelos. Rio de Janeiro. 110 p.
- ESPSTEIN, E. 1991. *Proceedings of National Academic Science* 91: 1-17.
- FOX, R.L.; SILVA, J.; YOUNGER, PLUCKNETT, D.L.; SHERMAN, G.G. 1967. Soil and plant silicon and silicate response by sugar cane. *Proc. Soil Sci Soc. Am.* 31: 775-779.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; LOURENÇO, S. 1997. Nutrient use efficiency in Brazilian acid soils: nutrient management and plant

DINÁMICA BIOLÓGICA Y DE NUTRIMENTOS EN UN ULTISOL CON DIFERENTE COBERTURA VEGETAL. CALABACITO, PANAMÁ. 1990-1996.

José Villarreal ¹; Benjamín Name ²

RESUMEN

Se evaluó la biomasa y la actividad microbiana en un suelo ácido, Typic Plinthudult, manejado con diferente cobertura vegetal. Se determinó la influencia de la cobertura sobre la dinámica de los macro y micronutrientes en la Estación Experimental de Calabacito en Veraguas, Panamá. Las coberturas evaluadas fueron: 1) gramínea nativa (Gn), en su mayoría compuesta por *Andropogon bicornis*; 2) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 asociada a *Arachis pintoi* CIAT 18744 (Bh + Ap); 3) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 asociada con *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Am); 4) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 en donde se cortaron y extrajo la madera de *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Am cortadas); 5) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 asociada con *Arachis pintoi* CIAT 18744 y *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Ap + Am); y 6) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 sola (Bh sola). A nivel de laboratorio se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. La biomasa microbiana se determinó utilizando el procedimiento fumigación - extracción, por ser efectivo en suelos ácidos. Se determinó el porcentaje de fijación de fósforo, potasio, cobre, manganeso y zinc en los suelos de las parcelas comparadas. Los resultados muestran que existe una correlación entre la actividad y biomasa microbiana sugiriendo que son altamente dependientes. La asociación Bh + Ap, aporta elevadas concentraciones de nutrientes al suelo, favorece la recuperación de éste y la vida microbiana. Su fácil adaptabilidad a los suelos ácidos degradados resulta beneficiosa para su recuperación. Los niveles de fijación de fósforo, potasio y elementos menores son más bajos en aquellos suelos que presentan mayor acumulación de materia orgánica y mayor biomasa microbiana (asociaciones Bh + Am cortadas y Bh + Ap + Am).

PALABRAS CLAVES: Biomasa microbiana, dinámica biológica, dinámica de nutrientes, Ultisol, cobertura vegetal, asociación gramínea- leguminosa.

¹ Lic. en Química, M.Sc. Ciencias del Suelo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap-div@cwpanama.net.

² Ing. Agr., M.Sc. Edafología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap-div@cwpanama.net.

NUTRIENTS AND BIOLOGICAL DYNAMICS IN AN ULTISOL WITH DIFFERENT VEGETABLE COVERAGE. CALABACITO, PANAMA. 1990-1996.

The biomass and microbial activity were evaluated in an acid soil, Typic Plinthudult, handled with different vegetable coverage. It was determined the influence of the soil coverage over the macro and micronutrients dynamics in Calabacito Farm Station, Veraguas, Panama. The vegetable coverage evaluated were as follows: Native grasses (Ng): main component *Andropogon bicornis*; *Brachiaria humidicola* CIAT 679 associated to *Arachis pinto* CIAT 18744 (Bh + Ap); *Brachiaria humidicola* CIAT 679 associated to *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Am); 3) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 where the *Acacia mangium* was cutted and the wood retired (Bh + Am cut); 5) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 associated to *Arachis pinto* CIAT 18744 and *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Ap + Am) and 6) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 only (Bh only). The experimental design was a Completely Randomized applied in the laboratory with four replications by treatments. The microbial biomass was determined using the fumigation-extraction methodology; that is effective in acid soils. It was determined the percentage of absorption of phosphorous, potassium, copper, manganese and zinc in the soil of the compared plots. The experimental results show a correlation between activity and microbial biomass indicating that they are highly dependent. The association Bh + Ap supports to the soil with high concentration of nutrients, and favours the soil's recovery and microbial life. Its adaptability to acid degraded soils benefits its recovery. The percentage of absorption of phosphorous, potassium and micronutrients are lower in the soil that show higher organic matter accumulation and higher microbial biomass (association Bh + Am cut and Bh + Ap + Am).

KEYWORDS: Microbial biomass; biological dynamics; micro and macronutrients dynamics; Utisol; vegetable coverage; association grass-leguminous.

INTRODUCCIÓN

La actividad biológica de los suelos es fundamental para la solubilización, movilización y disponibilidad de los nutrientes a los cultivos. En la agricultura moderna es necesario conocer el estado de la actividad biológica de un suelo y qué le ocurre a dicha actividad por efecto de los distintos usos y manejos dados a un mismo tipo de suelo.

Con el conocimiento de la actividad biológica de los suelos se completa una visión integral de las capacidades del recurso suelo para contribuir con una mayor o menor fertilidad. Ese conocimiento permite relacionar la movilidad y disponibilidad que presenta cada nutriente con su contenido total o biodisponible, lo que en gran medida se ve afectado por la bioactividad y biodiversidad que presenta el suelo (Borie y col., 1999).

Actualmente la determinación de la biomasa y de la respiración microbiana,

calidad (Campbell y col., 1992; Doran y col., 1994). Para Jenkinson y Ladd (1981), la biomasa microbiana es la fracción lábil de la materia orgánica del suelo, fuente principal de nutrientes biodisponibles. Según Grissi (1997) su determinación es muy importante ya que por medio de ella se pueden detectar modificaciones en las características del suelo mucho antes de las alteraciones en la materia orgánica. Su estimación es en un sentido más relativo que absoluto, pues la heterogeneidad de los suelos impide que sea tratado como una entidad única y bien definida (Grissi y Gray, 1986).

La utilización de sistemas tradicionales de preparación del suelo, cultivos anuales sucesivos, la no utilización de sistemas de conservación, provoca una reducción de los niveles de materia orgánica en el suelo, como resultado del aumento en la velocidad de descomposición anual o reducción de la adición de residuos orgánicos.

El empleo de sistemas de rotación de cultivos con alta producción de residuos posibilita el aumento de la biomasa y una mayor actividad microbiana (Cattelan y Vidor, 1990). Además, la calidad de los residuos influye sobre su velocidad de descomposición y sobre la composición de la comunidad microbiana que actúa en este proceso.

De esta forma, sistemas de manejo del suelo con diferentes métodos de

preparación y diferentes cultivos, resultan en ambientes totalmente distintos. Por esta razón, conociendo que la microbiota afecta directa e indirectamente la productividad agrícola, la evaluación de este componente del suelo resulta importante para darle al mismo, un manejo adecuado, buscando su conservación y productividad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la biomasa y la actividad microbiana de un suelo ácido cubierto con diferentes cobertura vegetal y determinar la influencia que tiene esta cobertura sobre la dinámica de los macro y micronutrientes del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área experimental

El área experimental se encuentra en la Estación Experimental del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en Calabacito, distrito de San Francisco, provincia de Veraguas, República de Panamá. Está localizada a 8° 15' de latitud Norte y 81° 5' de longitud Oeste, con una elevación de 100 msnm, precipitación y temperatura promedio anual de 2,500 mm y 27°C, respectivamente. El suelo es un Typic Plinthudult, fino, mezclado, isohypertérmico, profundo, ácido, estructura en bloques subangulares, baja capacidad de intercambio

catiónico (14 cmol/kg; promedio del perfil), alto contenido de aluminio intercambiable y elevada capacidad de fijación de fosfatos (Jaramillo, 1987).

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1) gramínea nativa (*Andropogon bicornis*) (cola de zorra) (Gn); 2) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 + *Arachis pintoi* CIAT 18744 (Bh + Ap); 3) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 + *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Am); 4) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 donde se cortó y extrajo la madera de *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Am cortadas), 5) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 + *Arachis pintoi* CIAT 18744 + *Acacia mangium* (Wild) (Bh + Ap + Am) y 6) *Brachiaria humidicola* CIAT 679 sola (Bh sola).

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento.

Las muestras se tomaron de un área de la Finca Experimental de Calabacito, donde se realizó un experimento de larga duración entre los años de 1990 y 1996, en parcelas donde se comparó el efecto de Am asociada con Gn y Bh (Name y Villarreal, 2001).

A las parcelas agroforestales de Am entre 1992 y 1993, se les aplicaron niveles de 600 kg/ha de roca fosfórica y 3000 kg de cal/ha.

Las muestras en la parcela de Bh + Am cortadas fueron tomadas después de seis meses que la madera de los árboles de Am había sido retirada del lugar.

Muestreo del suelo y análisis químico

Las muestras de suelo de cada parcela fueron colectadas entre 0 y 20 cm de profundidad en plena época lluviosa (octubre de 2000).

Las muestras fueron secadas al aire, trituradas y cernidas a través de un tamiz de 2 mm. Se analizó en cada caso el contenido de fósforo, potasio y micronutrientes, extraídos con la solución de Carolina del Norte; calcio, magnesio y aluminio intercambiable, extraídos con la solución de KCl 1 N, textura por el método de Bouyoucos, pH en solución suelo – agua (1:2.5) y materia orgánica utilizando el método de digestión húmeda de Walkley – Black (Villarreal y Name, 1996). Además, se determinaron otros parámetros como porcentaje de nitrógeno total; acidez extraíble, capacidad de intercambio catiónico y suma de bases (Soil Conservation Service, 1992).

A cada muestra de suelo se le determinó el porcentaje de fijación de fósforo, potasio, cobre, manganeso y zinc, según la metodología propuesta por Díaz – Romeu y Hunter (1978), para determinar la influencia del manejo sobre la dinámica de los nutrientes. Al mismo tiempo

se realizaron análisis de tejido vegetal (hojas y tallos) para conocer la calidad nutricional de la cobertura vegetal, presente en cada tratamiento.

Determinación del carbono de la biomasa microbiana

Para evaluar el carbono de la biomasa microbiana, se utilizó el procedimiento de fumigación-extracción (Tate y col., 1998), por ser más efectivo en suelos ácidos. Se adoptó el factor de corrección 0.33 propuesto por Sparling y West (1988) (citado por Gama-Rodríguez, 1992).

Se evaluó también la relación $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgánico}}$ a través de la fórmula:

$$\frac{C_{\text{microbiano}}}{C_{\text{orgánico}}} \times 100$$

para establecer el índice de descomposición en la dinámica de la materia orgánica.

Evaluación de la actividad microbiana por medio de la producción de $C\text{-CO}_2$

Las muestras de suelo fueron incubadas a 25°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) durante cinco días en frascos de vidrio y mantenidos en lugar oscuro. Se ajustó la humedad hasta 70% de la capacidad de campo de cada muestra. El CO_2 producido fue captado

por una solución de NaOH 1 mol/lit colocado en el interior del frasco y titulada con HCl 0.5 M (Stotzky, 1965).

Análisis de los resultados

Los promedios de los tratamientos fueron comparados por medio de las prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

Se determinó la ecuación de regresión que mejor se ajusta para explicar el fenómeno de la fijación de fósforo, potasio, manganeso, cobre y zinc en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características edáficas de los suelos

El estado de fertilidad de los suelos donde se realizó el experimento en la Estación Experimental de Calabacito aparece en el Cuadro 1. Se destaca el elevado nivel de materia orgánica en la parcela cuya cobertura del suelo es Bh + Ap (4.42 %) y Bh + Am cortadas (4.69 %). Se observa, especialmente en la parcela Bh + Ap, un efecto marcado en la reducción del nivel de aluminio intercambiable del suelo (1.6 cmol/kg) aunque no se refleja aún el mismo efecto sobre el pH. Estas dos parcelas también muestran un mayor aporte de nitrógeno al suelo, como resultado del elevado

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS CON DIFERENTES ASOCIACIONES DE GRAMÍNEA – LEGUMINOSAS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CALABACITO, VERAGUAS.

Tratamiento	A L Arc %	Textura	pH	P —mg/kg—	K —mg/kg—	Ca —cmol/kg—	Mg —cmol/kg—	Al	MO %	Mn	Fe —mg/kg—	Cu	Zn	AE %	C.I.C cmol/ kg	N %
Gn	50-12-38	ArcA	4.2	Trazas	24	0.21	0.10	2.3	3.08	26	24	3	2	26	26.4	0.15
Bh + Ap	56-16-32	Farc	4.0	Trazas	28	0.27	0.10	1.6	4.42	19	74	3	2	35.2	23.2	0.22
Bh + Am	44-18-38	Farc	4.1	Trazas	28	0.26	0.08	3.6	4.15	72	32	3	Trazas	28.8	28.0	0.20
Bh + Am corfadas	44-16-40	Farc	4.0	Trazas	28	0.30	0.12	3.2	4.69	89	105	8	1	33.6	35.2	0.24
Bh + Ap + Am	44-14-42	Arc	4.0	Trazas	31	0.25	0.12	2.5	3.89	34	28	5	1	31.6	32.0	0.17
Bh sola	52-8-40	ArcA	4.0	Trazas	28	0.34	0.13	5.7	3.35	24	32	5	1	30.8	35.6	0.16

contenido de este nutrimento en la materia seca de estas leguminosas en comparación con la Gn (Cuadro 3).

Cabe destacar que en los suelos de la Estación Experimental donde se realizan ensayos con diferentes cultivos y este sufre una preparación para la siembra, se ha encontrado una CIC promedio de 14 cmol/kg de suelo (Jaramillo, 1987) pero probablemente por el buen manejo uso y cobertura del suelo, esta propiedad ha mejorado en todas las parcelas estudiadas, por arriba de 23 cmol/kg de suelo.

Se verifica en el Cuadro 2 que la parcela con Bh + Am cortadas presentó mayores valores de carbono de la biomasa microbiana, seguido de las parcelas con Bh + Ap y Bh + Ap + Am. Estos mismos tratamientos presentaron los mayores valores de actividad microbiana. Es interesante observar que Gn obtuvo mayor carbono de biomasa y actividad microbiana que la parcela con Bh sola. Los pastos perennes, principalmente aquellos constituidos por gramíneas, generalmente aportan un bajo porcentaje de nutrimentos al suelo; sin embargo, son muy ricos en lignina compuesto que es una excelente fuente de carbono para el suelo y presentan un gran efecto rizosférico al poseer un sistema radical muy denso y en constante renovación. Según Rovira (1978), debido a la gran proximidad de las raíces en estos suelos, estas representan una gran fuente de carbono orgánico disponible para la

población microbiana, estimulando su biomasa.

Jenkinson y Powlson (1976), también encontraron mayores valores de biomasa en parcelas con gramínea nativa comparado con otros tipos de gramíneas.

Según Salinas-García y col. (1997) el principal factor limitante para la comunidad microbiana es la disponibilidad de carbono. Así, la influencia de la disponibilidad de nitrógeno sobre el crecimiento microbiano está también relacionada con la dependencia de la disponibilidad de carbono.

Una de las posibles causas de la mayor biomasa y actividad microbiana encontradas en la parcela donde se cortaron los árboles de *Acacia mangium* puede ser debido a la gran acumulación superficial de residuos vegetales a lo largo de los años y menores pérdidas de materia orgánica. Esta acumulación de residuos vegetales mantenida durante varios años en la superficie, lleva a una acumulación de materia orgánica que es muy rica en fracciones lábiles: carbohidratos, compuestos nitrogenados y la misma biomasa microbiana y sus metabolitos, posibilitando mayor actividad microbiana.

Según Salton y Mielniczuk (1995) los residuos mantenidos en la superficie además de constituir una fuente de carbono orgánico y nutrimentos, protegen el suelo permitiendo menores variaciones

CUADRO 2. CARBONO DE LA BIOMASA Y ACTIVIDAD MICROBIANA EN LAS PARCELAS BAJO ESTUDIO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CALABACITO, VERAGUAS.

Tratamientos	Carbono de la Biomasa Microbiana mg C-CO ₂ /kg	Actividad Microbiana
Gn	567.7 c**	1350.2 a**
Bh + Ap	877.0 b	1363.2 a
Bh + Am	505.0 c	1314.5 a
Bh + Am cortadas	1108.0 a	1363.5 a
Bh + Ap + Am	836.5 b	1378.2 a
Bh sola	348.0 c	1176.0 b

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad por la prueba de Duncan.

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.01$).

de temperatura y humedad. García y Rice (1994) encontraron que la reducción del carbono de la biomasa microbiana coincidía con temperaturas altas y estrés hídrico durante el verano.

La biomasa presentó un coeficiente de correlación significativo con los valores de la actividad microbiana (0.92^{**}) y con el contenido de carbono orgánico en el suelo (0.69^{*}), mostrando como se presumía, que la actividad es dependiente de la biomasa microbiana y que ésta última depende del contenido de carbono que le suministra el suelo. Martins y col. (1999) encontraron resultados semejantes comparando tres ambientes distintos en un suelo del noreste del Brasil.

La Figura 1 muestra que el carbono de la biomasa microbiana varió entre 1.8 % (Bh sola) y 4.1 % (Bh + Am cortadas) del carbono orgánico total en cada tratamiento, confirmando los estudios realizados por Sánchez (1976) que en suelos ácidos tropicales encontró que la biomasa microbiana representa entre 1 y 4 % del carbono orgánico del suelo.

Se observa claramente en el cuadro 3 que el mayor contenido de nitrógeno se obtuvo en *Arachis pintoi* CIAT 18744 así como en las hojas nuevas de *Acacia mangium* Wild el cual fue muy superior al encontrado en las hojas maduras. El contenido de fósforo, potasio, calcio y magnesio también fue más alto en el tejido de *Arachis pintoi* CIAT 18744, siendo menor el contenido de man-

ganeso, elemento este que podría inhibir la actividad microbiana en un determinado momento si su contenido alcanza niveles muy elevados. Estos residuos al ser descompuestos aportan estos nutrientes al suelo.

Es probable que el mayor aporte de nitrógeno del Ap y Am haya favorecido una mayor actividad y, por consiguiente, mayor biomasa microbiana en este ambiente al ofrecer un mayor aporte de nutrientes al suelo. Se comprueba de esta forma que uno de los principales aportes de las leguminosas al suelo es el aumento de la disponibilidad e incorporación de nitrógeno al suelo.

Del Cuadro 3, también se puede extraer que aquellas coberturas que aportan mayor contenido de nitrógeno al suelo propician una mayor actividad microbiana lo que trae como consecuencia un aumento en la dinámica de descomposición de la materia orgánica, liberando los nutrientes que se encuentran en niveles elevados e inmovilizando aquellos que se encuentran en niveles bajos y críticos para la supervivencia de la biomasa microbiana.

Según Gama-Rodríguez y col., (1997) en suelos de baja fertilidad y con cobertura vegetal pobre en nitrógeno, la velocidad de descomposición de la materia orgánica sería menor, propiciando la inmovilización del nitrógeno de la biomasa microbiana. En este tipo de cobertura vegetal la biomasa microbiana

CUADRO 3. CONTENIDO DE MACRO Y MICRO NUTRIMENTOS EN GRAMINEAS Y HOJA DE *Acacia mangium* Willd. DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CALABACITO.

Cobertura vegetal	N	P	K	%				mg /kg ¹			
Ap	2.20 ^{a**}	0.19 ^{a*}	3.35 ^{a*}	0.50 ^{a**}	0.21 ^{a**}	165.0 ^{b*}	350.0 ^{b*}	105.0 ^a	10.0 ^a	10.0 ^a	n.s.
Gn	0.52 ^d	0.06 ^b	1.02 ^b	0.05 ^d	0.02 ^e	215.0 ^b	720.0 ^a	70.0 ^{ab}	10.0 ^a	10.0 ^a	
Bh	0.65 ^c	0.04 ^b	1.77 ^b	0.01 ^e	0.04 ^d	197.5 ^b	147.5 ^c	50.0 ^{ab}	10.0 ^a	10.0 ^a	
Hojas maduras de Am	1.53 ^b	0.05 ^b	1.70 ^b	0.30 ^b	0.05 ^c	585.0 ^a	85.0 ^d	75.0 ^{ab}	15.0 ^a	15.0 ^a	
Hojas jóvenes de Am	2.20 ^a	0.05 ^b	1.50 ^b	0.27 ^c	0.06 ^b	655.0 ^a	75.0 ^e	40.0 ^b	10.0 ^a	10.0 ^a	

¹ Determinado en peso seco de planta.

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa al nivel de 1 y 5% por la prueba de Duncan.

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad;

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad

n.s. No significativo

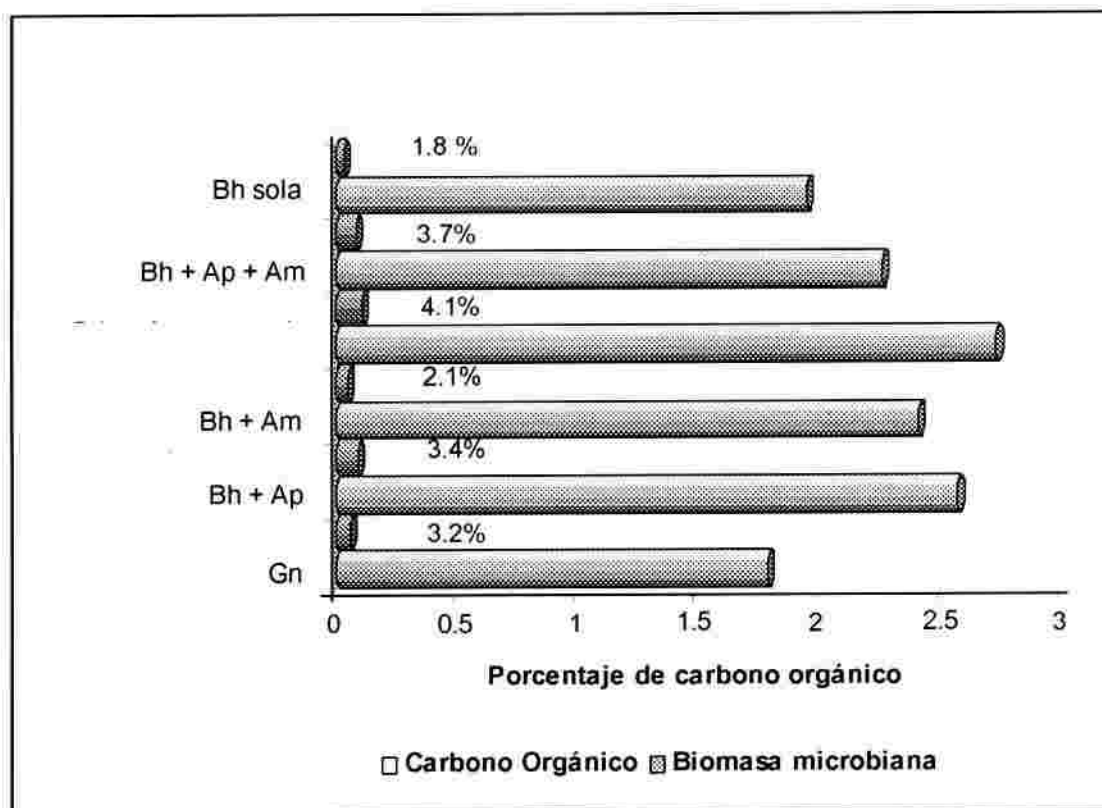


FIGURA 1. CARBONO ORGÁNICO TOTAL Y PORCENTAJE DE ÉSTE QUE REPRESENTA EL CARBONO DE LA BIOMASA MICROBIANA EN CADA TRATAMIENTO.

estaría representando una reserva del nutrimento. Por otro lado, en el mismo suelo, pero de cobertura vegetal rica en nitrógeno, la cantidad de nitrógeno inmovilizado por la biomasa microbiana sería menor, pues ese elemento estaría en cantidad suficiente para atender la actividad metabólica de los microorganismos y del proceso de descomposición de la materia orgánica. En este tipo de cobertura vegetal, la biomasa microbiana estaría funcionando como un catalizador en la descomposición de la misma.

El Cuadro 4 presenta los valores de la relación $\text{Carbono}_{\text{microbiano}}/\text{Carbono}_{\text{orgánico}}$ expresada en porcentaje y muestra que la cinética de la descomposición de la materia orgánica es mucho más lenta en Bh sola y en Bh + Am. Como consecuencia del menor aporte de residuos orgánicos comparado con el suelo que presenta una cobertura con Bh donde se cortaron los árboles de Am y Bh + Ap + Am, los cuales presentan elevadas concentraciones de residuos orgánicos en descomposición sobre su superficie. Marchiori Junior y Melo (1997), encontraron valores de esta relación menores que 1.0% en pastos establecidos hace quince años en un latosol rojo-amarillo distrófico.

Según Wardle (1992), valores de la relación $\text{Carbono}_{\text{microbiano}}/\text{Carbono}_{\text{orgánico}}$ debajo de 1.3 indican una lenta dinámica en el proceso de mineralización de la materia orgánica.

Disponibilidad de nutrimentos del suelo

Las Figuras 2 al 6, contienen las curvas de fijación de P, K, Cu, Zn y Mn donde se muestra la influencia que ha tenido las asociaciones entre Bh, Am, Ap y gramíneas nativas sobre la cobertura del suelo con la dinámica de los nutrimentos.

Con relación a la fijación de estos nutrimentos se verifica que la parcela con Gn fue la que mostró una mayor capacidad de fijación de todos los elementos, probablemente esto se deba al pobre aporte de nutrimentos que esta cobertura brinda al suelo influyendo menos sobre sus propiedades químicas y biológicas, mientras que Bh + Am cortadas y Bh + Ap + Am, suelos donde se observó una gran actividad microbiológica y su cobertura vegetal brinda un elevado aporte de nutrimentos a este, mostraron un mejor comportamiento en promedio.

Con relación al P, elemento crítico en los suelos ácidos de bajo pH y elevado contenido de Al intercambiable, como lo es el de Calabacito, la menor fijación de este nutrimento se observó en el suelo cubierto con Bh + Ap + Am, seguida por el suelo con Bh + Ap. Estos suelos contienen un alto contenido de materia orgánica, además como se mostró en el Cuadro 4, presentan una gran actividad en la cinética de descomposición de la misma, lo que contribuye a la formación de complejos

CUADRO 4. CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO Y RELACIÓN CARBONO MICROBIANO / CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO.

Tratamientos	Carbono orgánico	Carbono Microbiano / Carbono Orgánico %
Gn	1.79	3.17
Bh + Ap	2.57	3.41
Bh + Am	2.41	2.10
Bh + Am cortadas	2.73	4.06
Bh + Ap + Am	2.26	3.70
Bh sola	1.95	1.78

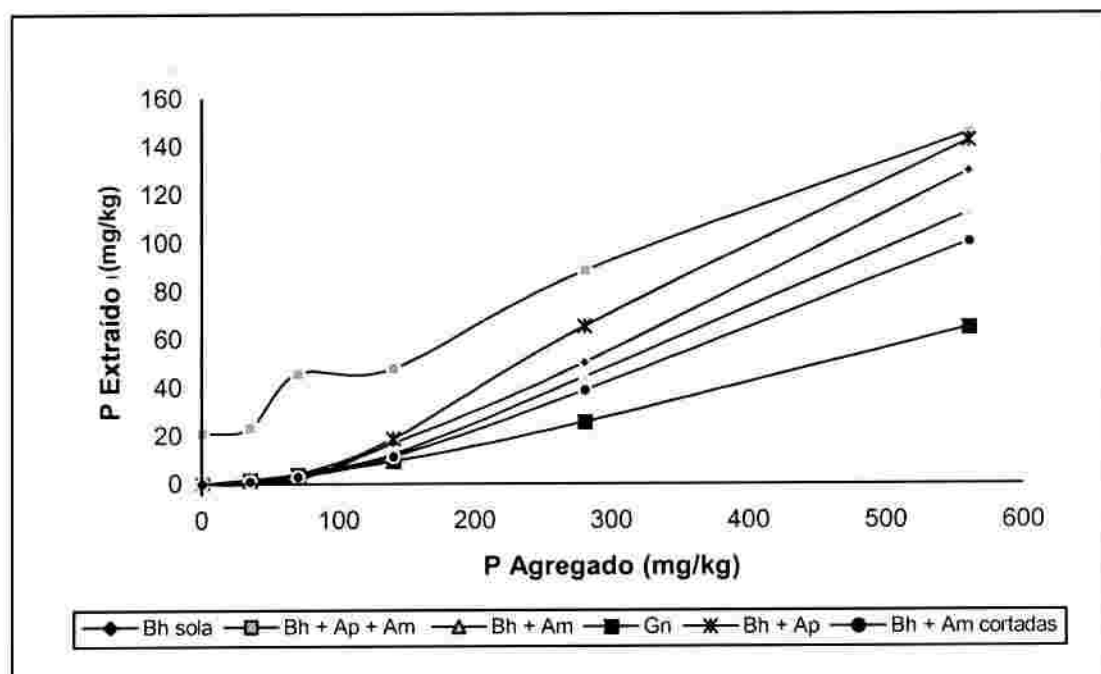


FIGURA 2. FIJACIÓN DE FÓSFORO EN CADA TRATAMIENTO ESTUDIADO. CALABACITO, VERAGUAS.

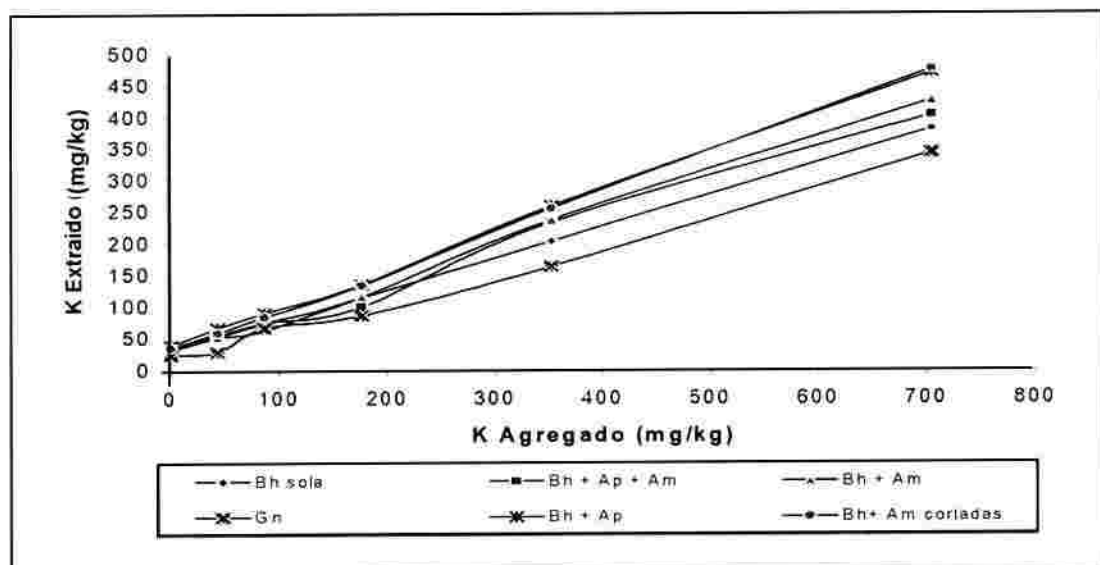


FIGURA 3. FIJACIÓN DE POTASIO EN CADA TRATAMIENTO ESTUDIADO.

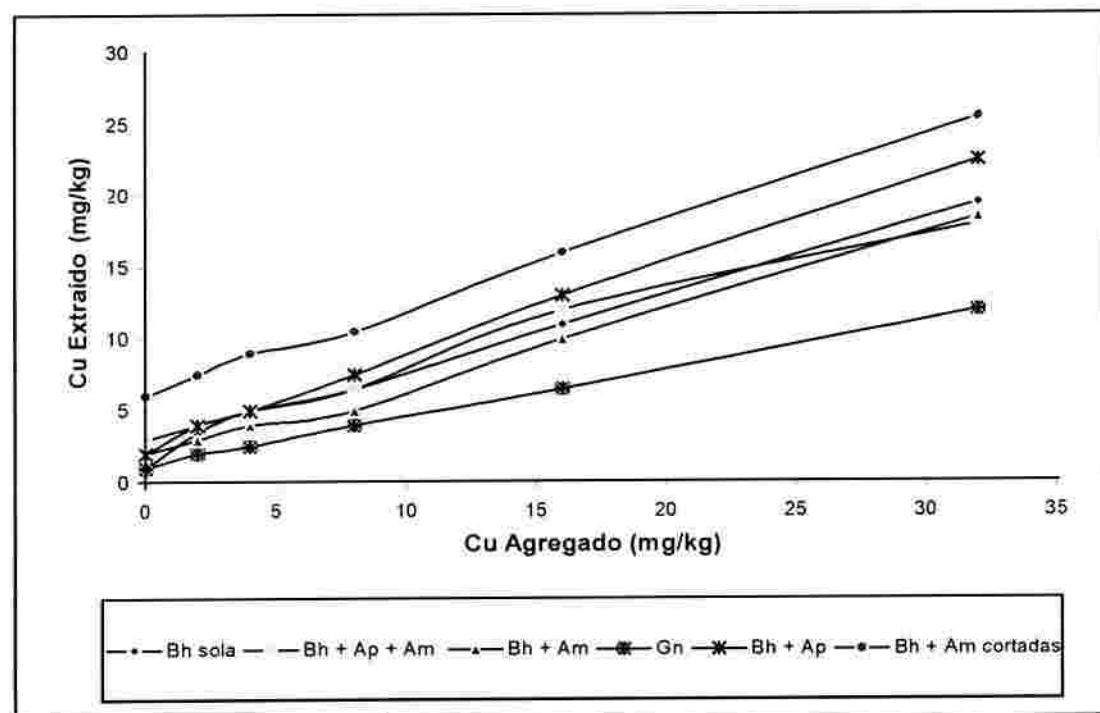


FIGURA 4. FIJACIÓN DE COBRE EN CADA TRATAMIENTO ESTUDIADO.

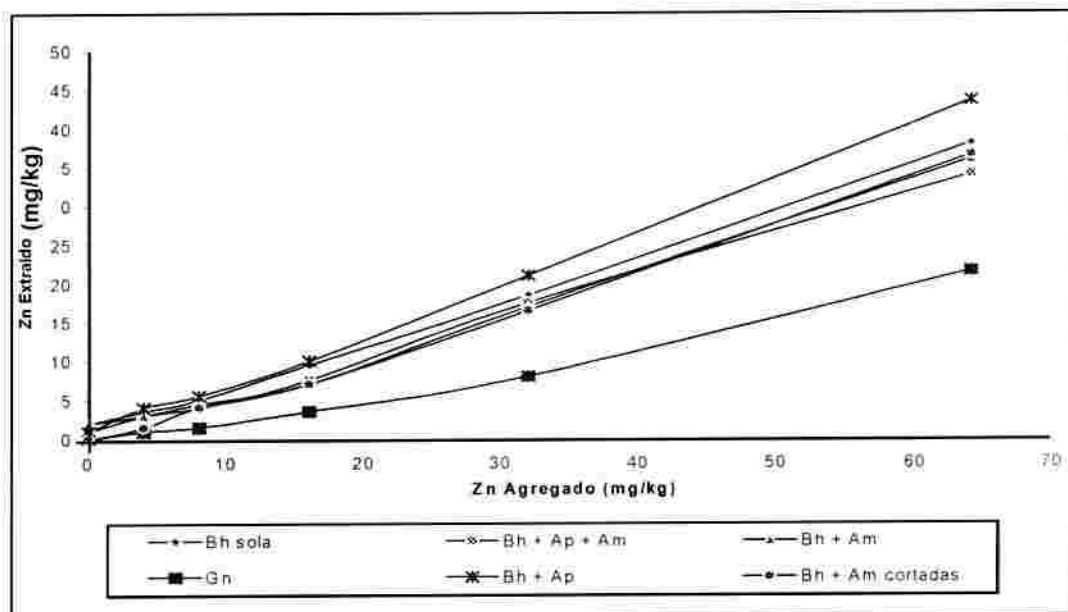


FIGURA 5. FIJACIÓN DE ZINC EN CADA TRATAMIENTO ESTUDIADO. CALABACITO, VERAGUAS.

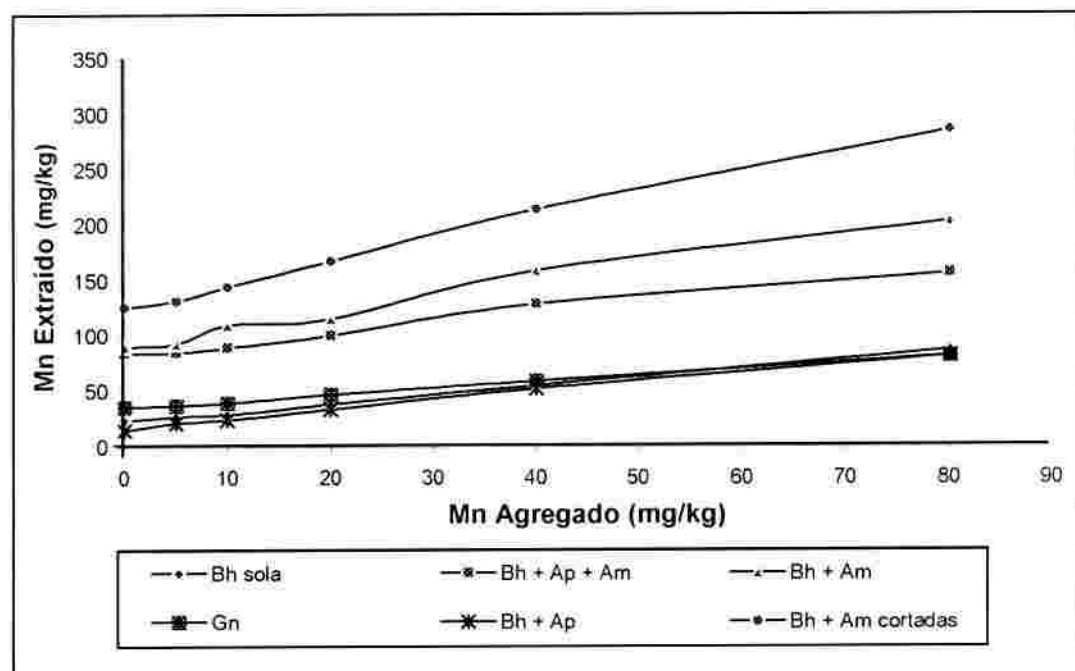


FIGURA 6. FIJACIÓN DE MANGANESO EN CADA TRATAMIENTO ESTUDIADO. CALABACITO, VERAGUAS.

quelatos con el Al, Fe y Mn, liberando lentamente los fosfatos fijados.

Minhoni y col. (1996) verificaron que la materia orgánica a pesar del efecto acidificante del suelo, es la causa del mejoramiento de sus propiedades químicas tales como la adsorción de iones H^+ y Al^{3+} seguida de la precipitación/acomplejamiento del Al^{3+} . Aunque en ninguno de estos suelos se ha notado un aumento en los niveles de P, se espera que a largo plazo la mejora en sus propiedades favorezca una mayor liberación del mismo. Como se observa en el Cuadro 3, la biomasa del *Arachis pintoi* CIAT 18744 representa un elevado aporte de este elemento al suelo, contribuyendo a mejorar la fertilidad del mismo, lo contrario, la gramínea nativa que es muy pobre en fósforo, brinda un mínimo aporte al suelo.

Con relación al potasio, Bh + Ap y Bh + Am cortadas, presentan los menores niveles de fijación. Como muestra el Cuadro 3, Ap; Bh y Am aportan niveles mucho más elevado de potasio al suelo que la Gn.

En el Cuadro 5 se indica el porcentaje de fijación de fósforo y potasio obtenido con cada cobertura vegetal en el suelo de la Estación Experimental de Calabacito, después de agregarle diversas concentraciones de cada nutrimento al suelo.

El Cuadro 6 muestra las ecuaciones de regresión y el R^2 de ésta, considerando la asociación vegetal que contribuyó a obtener el menor y mayor porcentaje de fijación de cada nutrimento en el suelo estudiado. Se observa que en todos los casos el R^2 obtenido fue sumamente elevado mostrando que la ecuación explica muy bien el fenómeno observado.

La ecuación que mejor se ajustó en todos los casos fue la cuadrática. Estas ecuaciones nos permiten calcular la tendencia que seguirá el elemento en cada tratamiento. Salinas y col. (1997) encontraron que en suelos donde abunda la materia orgánica había menor fijación de P, K, Mn y un aumento en la fijación de Cu y Zn, debido, en parte, a la afinidad que muestra cada elemento por la materia orgánica. Coincidiendo con este estudio en que la ecuación cuadrática es la que mejor explica la fijación del elemento y su tendencia en el futuro, si no cambian las condiciones de manejo y uso del suelo.

CONCLUSIONES

- La asociación de *Brachiaria humidicola* (Bh) con leguminosas (Ap o Am) favoreció la acumulación de carbono orgánico en el suelo y sobre todo la elevación de los niveles de nitrógeno en estas parcelas. También se observó mejoría en la CIC del suelo. Se obtuvo una corre-

CUADRO 5. PORCENTAJE DE FIJACIÓN DE FÓSFORO Y POTASIO EN CADA TRATAMIENTO.

Nutrimiento	Gn	Bh+Ap+Am	Bh+Am	Bh sola	Bh + Ap	Bh + Am cortadas
% de fijación						
Fósforo agregado mg/kg						
0	-	-	-	-	-	-
35	95.7	32.9	100	97.1	94.3	97.1
70	94.3	34.3	93.6	97.1	94.3	95.7
140	93.2	65.7	91.1	87.9	86.4	91.8
280	90.7	68.4	84.1	82.0	76.6	86.1
560	88.4	74.0	79.9	76.9	74.5	82.0
Potasio agregado mg/kg						
0	-	-	-	-	-	-
43	88.4	54.6	59.3	63.7	34.9	44.9
86	50.6	54.5	54.3	68.2	40.7	43.0
176	64.8	63.3	52.2	55.5	45.4	44.3
352	60.5	43.9	41.7	52.2	37.5	37.5
704	54.7	47.8	43.9	50.8	38.8	37.4

CUADRO 6. ECUACIONES DE REGRESIÓN Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN QUE REPRESENTAN LA MAYOR Y MENOR FIJACIÓN DE MACRO Y MICRO NUTRIMENTOS EN CADA TRATAMIENTO.

ECUACIONES DE REGRESIÓN		
Tratamiento	Fósforo	R ²
Pasto Nativo *	$Y = 9E-05X^2 + 0.07X - 0.7547$	0.99
Bh + Ap + Am**	$Y = -5E-0.5 X^2 + 0.2497X + 20.072$	0.98
Potasio		
Gn*	$Y = 0.0002X^2 + 0.3454X + 23.315$	0.99
Bh + Am cortadas**	$Y = 4E-05X^2 + 0.6031X + 32.457$	0.99
Cobre		
Gn*	$Y = -0.00002 X^2 + 0.3433X + 1.1547$	0.99
Bh + Am cortadas**	$Y = 6E-05X^2 + 0.6023X + 6.1781$	0.99
Zinc		
Gn*	$Y = 0.0027X^2 + 0.1628X + 0.1219$	0.99
Bh + Ap	$Y = 0.0016X^2 + 0.5574X + 1.1547$	0.99
Manganeso		
Gn*	$Y = -8E-05 X^2 + 0.5984X + 34.734$	0.99
Bh+Am cortadas**	$Y = -0.0046X^2 + 2.4197X + 122.26$	0.99

* Mayor fijación del nutrimento.

** Menor fijación del nutrimento.

lación entre la actividad y la biomasa microbiana, mostrando que son altamente dependientes.

- ☼ La gran acumulación de residuos orgánicos en la parcela de *Brachiaria humidicola* donde se cortaron los árboles de *Acacia mangium* (Bh + Am cortadas), favoreció el desarrollo de una mayor biomasa microbiana y por consiguiente una mayor actividad microbiológica en el suelo de esta parcela.
- ☼ Se encontraron valores mayores de 1.3 en la relación carbono microbiano/carbono orgánico, demostrando que en las parcelas de la Finca Experimental de Calabacito donde se practica la asociación de *Brachiaria humidicola* con leguminosas, hay una buena cinética de descomposición de la materia orgánica.
- ☼ Los niveles de fijación de fósforo, potasio y elementos menores, son más bajos en aquellos suelos que presentan mayor acumulación de materia orgánica y mayor biomasa microbiana (asociación: *Brachiaria humidicola* donde se cortaron y extrajo la madera de *Acacia mangium* (Bh + Am cortadas) y *Brachiaria humidicola* + *Arachis pintoi* + *Acacia mangium* (Bh + Ap + Am).

- ☼ La evaluación de la actividad y el carbono de la biomasa microbiana resultaron excelentes parámetros para establecer los niveles de recuperación en suelos ácidos degradados.
- ☼ La asociación *Brachiaria humidicola* + *Arachis pintoi* (Bh + Ap) por aportar elevadas concentraciones de nutrimentos al suelo, favorece la recuperación de este y la vida microbiana. Su fácil adaptabilidad a los suelos ácidos degradados resulta beneficiosa para su recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

- BORIE, G.; AGUILERA, S.M.; PEIRANO, P. 1999. Actividad biológica en suelos. *Frontera Agrícola* 5 (1-2): 29-32.
- CAMPBELL, C. A.; MOULIN, A. P.; BOWREN, K.E.; JANZEN, H.H.; TOWNLEY-SMITH, L.; BIEDERBECK, V.O. 1992. Effect of crop rotations on microbial biomass, specific respiratory activity and mineralizable nitrogen in a Black chemozenic soil. *Canadian Journal of Soil Science* 72: 417 - 427.
- CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. 1990. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo,

em função de variações ambientais
R. Bras. Ci. Solo 14: 133-142.

DÍAZ - ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 68 p.

DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BESDICEK, D.F.; STEWART, B.A. 1994. Defining soil quality for a sustainable environment. Wisconsin, American Society of Agronomy.

GAMA - RODRÍGUEZ, E.F.; GAMA-RODRÍGUEZ, A.C.; BARROS, N.F. de. 1997. Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas florestais. R. Bras. Ci. Solo 21: 361-365.

GAMA-RODRÍGUEZ, E.F. 1992. Biomassa-C microbiana de solos de Itaguaí: Comparação entre os métodos da fumigação-incubação e fumigação extração. Tesis de Maestria, Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, Itaguaí, RJ. 110 p.

GARCÍA, F.O.; RICE, C.W. 1994. Microbial biomass dynamics in tallgrass prairie. Soil Sc. Soc. Am. J. 58: 816-823.

GRISSI, B.M. 1997. Temperature increase and its effect on microbial biomass and activity of tropical and temperate soils. R. Microb. 28: 5-10.

GRISSI, B.M.; GRAY, T.R.G. 1986. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta a adição de glucose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. R. Bras. Ci. Solo 19: 110-115.

JARAMILLO, S. 1987. Pedones de campo y Estaciones experimentales del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. IDIAP. Boletín técnico. 56 p.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A.; LADD, J.N. (eds.). Soil Biochemistry 5: 415-471.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. I. Fumigation with chloroform. Soil Biol. Biochem. Oxford 8: 167-177.

MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W.J. 1997. Carbono, Carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob Mata Natural, pastagem e cultura do algodoeiro. R. Bras. Ci. Solo 23: 257-263.

- MARTINS, K.F.; ALVES, J.; DIETER, K. 1999. Avaliação da biomassa microbiana em tres ambientes distintos. XXVII Congresso Brasileiro de Ciencias del Suelo. Brasília, 20-26 de julio de 1999. En CD-Rom.
- MINHONI, M.T.A.; EIRA, A.F.; BULL, L.T. 1996. Biomassa microbiana, liberação de CO₂, fósforo disponível e pH em solo que recebeu glicose e fosfato de rocha. R. Bras. Ci. Solo 20: 387 - 392.
- NAME, B.; VILLARREAL, J. E. 2001. Soil dynamics in *Acacia mangium* plots associated to *Brachiaria humidicola* in an ultisol of Panama. In International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress on Agroforestry and livestock production in Latin America. San José, Costa Rica, abril 2-9, 2001. pp. 217 - 222.
- ROVIRA, A.D. 1978. Microbiology of pasture soil and some effects of microorganisms on pasture plants. In WILSON, J.R. (ed.). Plant relations in pastures. Melbourne. pp. 95 - 110.
- SALINAS - GARCÍA, J. R.; HONS, F.M.; MATOCHA, J.E. 1997. Long - term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 152 - 159.
- SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. 1995. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de un Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). R. Bras. Ci. Solo 19: 313 - 319.
- SANCHEZ, P.A. 1976. Properties and management of soil in the tropics. New York, John Willey. 618 p.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Laboratory Staff. Soil Survey Investigations N° 42. Version 2.0. 400 p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.D. 1960. Principles and procedures of Statistics. McGraw- Hill, New York. 481 p.
- STOTZKY, G. 1965. Microbial respiration. In BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; ENSMINGER, L.E.; WHITE, J.L.; CLARK, F.E. (ed) Methods of soil analysis. Madison. American Society of Agronomy-part 2. pp. 1550 - 1572. (Agronomy 9).
- TATE, K.R.; ROSS, D.J.; FELTHAM, C.W. 1998. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Effects of experimental variables and some different calibration procedures. Soil Biol. Biochem. Oxford 20: 329 - 335.

- VILLARREAL, J.; NAME, B. 1996. Técnicas analíticas del laboratorio de suelos. IDIAP. Divisa. 110 p.
- WARDLE, D.A. 1992. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. Biol. Rev. 67: 321-358.

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE
PLANTONES DE MELÓN (*Cucumis mello* L.) Y TOMATE
(*Lycopersicum esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES
DE CUBIERTA PLÁSTICA. DIVISA, PANAMÁ. 2002.**

Pedro Him ¹; José Villarreal ²; Benjamín Name ³

RESUMEN

Se realizó un experimento bajo cubierta plástica con el objetivo de evaluar el comportamiento de diferentes sustratos para la producción de plantones de melón y tomate. Los materiales utilizados como sustrato tenían como característica común ser abundantes y económicos. Se utilizó cascarilla de arroz, humus de lombriz, arena, zeolita, turba de Bocas del Toro, turba importada (flora gard, florava). Los sustratos se mezclaron en diferentes proporciones entre sí para verificar su influencia sobre parámetros como: porcentaje de germinación, vigor de los plantones, altura, días para mostrar síntomas de deficiencia de nutrimentos, peso húmedo de biomasa y uniformidad del plón. Se encontró que para el cultivo de melón una excelente alternativa local, barata y abundante es la mezcla de 50% de arena + 50% de humus de lombriz, el cual permite una buena germinación (88%) y excelente vigor de los plantones. Para el tomate, se encontró que 50% de turba importada mezclada con 50% de cascarilla de arroz podría ser una buena opción para bajar los costos del productor, lográndose hasta un 90% en germinación.

PALABRAS CLAVES: Sustrato; turba; humus de lombriz; cascarilla de arroz; zeolita; arena; melón; tomate.

¹ Ing. Agr., Ph.D. Fitomejoramiento. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap_div@cwpanama.net

² Lic. en Química, M.Sc. Ciencias del Suelo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap_div@cwpanama.net

³ Ing. Agr., M.Sc. Edafología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC).
e-mail: idiap_div@cwpanama.net

EVALUATION OF SUBSTRATES FOR PRODUCING PLANTLETS OF MELON AND TOMATOES UNDER PLASTIC ROOF, DIVISA, PANAMA. 2002.

A trial under a plastic roof was carried out to evaluate different substrates used to grow plantlets of melon and tomatoes. The substrates components were rice husks lombry compost, sand zeolite, peat from Bocas del Toro and imported one (flora gard, florave). These components were mixed in different proportions to verify their influence over parameters such as percentage of germination, rate of growth, plant height, symptoms of nutrient deficiencies, humid weight and roots growth. Melon plantlets grow better in a substrate composed by 50% of sand + 50% lombry compost and allows 88% of germination of tomato plantlets. Melon plantlets performed better in a substrate composed by 50% of imported peat + 50% of rice husks and allowed a germination level of 90%.

PALABRAS CLAVES: Sustrate; peat; flora gard; florave; rice husks; zeolite; sand; melon; tomatoe.

INTRODUCCIÓN

Los avances realizados por la industria de los plásticos han puesto en manos de los horticultores, tecnologías con características positivas para el cultivo protegido.

Con la implantación de las cubiertas plásticas se amplió el abanico de las especies cultivables, algunas única mente dedicadas a la exportación, así como también sus ciclos de cultivos.

En Panamá se cultivan anualmente unas 400 hectáreas de tomate industrial, principalmente en la región de Azuero. El melón es un rubro con posibilidades de exportación para el productor, pero que también tiene su mercado local asegurado.

Con la tecnología actual, se pueden obtener plantones de melón y tomate

germinados en bandejas conteniendo sustratos orgánicos bajo cubierta de protección. Se ha comprobado que este sistema rebaja los costos de producción por hectárea y se obtienen plantas más sanas y vigorosas asegurando su inversión.

Según Sade (2000), los materiales utilizados como sustratos pueden ser totalmente inertes o tener actividad química.

Reherman (2001) considera que un buen sustrato tiene las siguientes características: costo económico y un peso moderado para facilitar su transporte; libre de patógenos, insectos y malezas; fácil de mezclar; que permita su uso repetidas veces; capacidad de absorber agua (20 a 50% por volumen) y dejarla disponible para las plantas; retener un elevado porcentaje de aire (15 a 30% por volumen).

Algunas empresas ya utilizan con un relativo éxito comercial esta tecnología; sin embargo, en la mayoría de los casos, se emplean fuentes importadas (turba y estopa de coco molido mezclados con vermiculita) y son pocos los intentos que se han hecho para probar fuentes locales, abundantes y económicas que contribuyan a abaratar los costos.

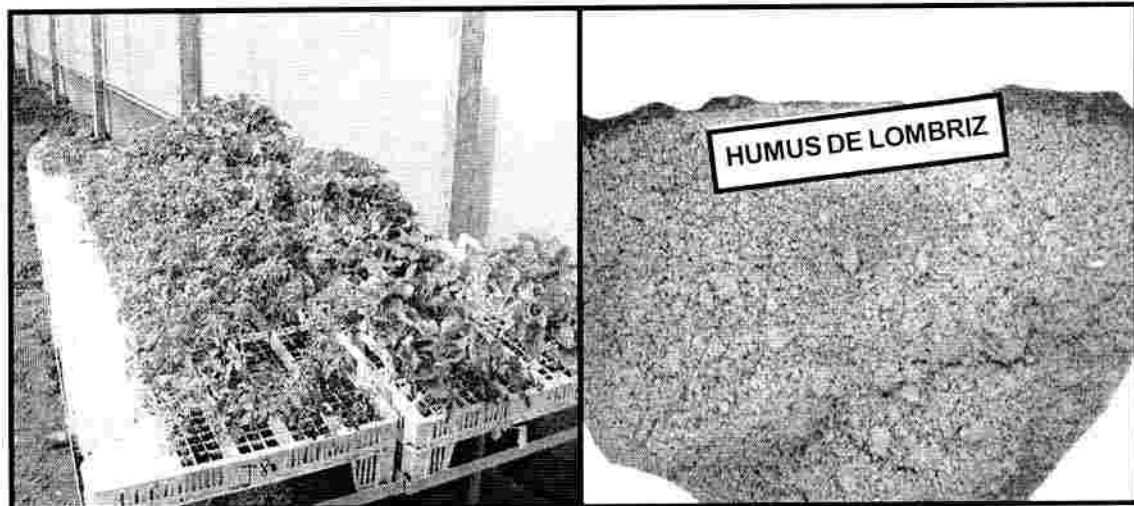
El IDIAP en su búsqueda por incentivar el empleo de esta tecnología en Panamá y tratando de aprovechar la abundancia de materiales con posibilidades de ser utilizados como sustrato, ha realizado este ensayo con el objetivo de evaluar y seleccionar materiales locales, abundantes y económicos que presentan una elevada eficiencia y favorecen la germinación de las plantas al ser utilizados como sustratos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la casa de vegetación del Centro de Investigación Agropecuaria Central del IDIAP ubicado en Divisa, provincia de Herrera. Se utilizaron bandejas plásticas para la germinación de hortalizas.

Los sustratos evaluados fueron los siguientes: humus de lombriz, cascarilla de arroz, turba de Bocas del Toro (sin moler), zeolita, florava, floragard (turba importada), arena.

La zeolita, la arena y la cascarilla fueron colocadas en tanques de cinco galones y lavadas con agua para retirar las impurezas y restos de semillas, malezas que pudieran afectar el desarrollo del experimento. Después de la limpieza, se procedió a realizar las combinaciones de sustratos en



CUADRO 1. TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA SELECCIONAR LOS MEJORES SUSTRATOS.

TRATAMIENTOS (proporción de los sustratos combinados)	
50% Humus de Lombriz	50% cascarilla de arroz
25% Humus de Lombriz	75% cascarilla de arroz
0% Humus de Lombriz	100% cascarilla de arroz
75% Humus de Lombriz	25% cascarilla de arroz
100% Humus de Lombriz	0% cascarilla de arroz
100% Turba de Bocas del Toro	0% cascarilla de arroz
75% Turba de Bocas del Toro	25% cascarilla de arroz
50% Turba de Bocas del Toro	50% cascarilla de arroz
25% Turba de Bocas del Toro	75% cascarilla de arroz
100% de Zeolita	0% humus de Lombriz
75% de Zeolita	25% humus de Lombriz
50% de Zeolita	50% humus de Lombriz
25% de Zeolita	75% humus de Lombriz
75% Florava	25% cascarilla de arroz
50% Florava	50% cascarilla de arroz
25% Florava	75% cascarilla de arroz
100% Florava	0% cascarilla de arroz
75% Flora gard	25% cascarilla de arroz
50% Flora gard	50% cascarilla de arroz
25% Flora gard	75% cascarilla de arroz
100% Flora gard	0% cascarilla de arroz
75% Humus de Lombriz	25% Arena
50% Humus de Lombriz	50% Arena
25% Humus de Lombriz	75% Arena
0% Humus de Lombriz	100% Arena



los diferentes tratamientos. El Cuadro 1 muestra los tratamientos y las diferentes proporciones y mezclas de los sustratos que se establecieron.

Se evaluaron las siguientes variables: vigor, porcentaje de germinación, altura de la planta al transplante, días para mostrar síntomas de deficiencia de nutrientes, uniformidad del pilón, peso húmedo de biomasa.

El vigor de las plantas germinadas se midió en una escala de 1 a 5, donde 5 correspondió al mejor y 1, al peor desempeño. De cada tratamiento se pesaron cuatro plantas al azar, para determinar el peso húmedo de biomasa.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. Cada tratamiento

consistió de 14 plantas, cada una ocupando un alveolo de la bandeja.

El experimento se realizó inicialmente con plantas de melón y se repitieron los mismos tratamientos con plantas de tomate.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de los análisis químicos de los sustratos utilizados en el ensayo. La mayoría de los materiales empleados presentan una buena proporción de elementos nutricionales, especialmente el humus de lombriz y la cascarilla de arroz son ricos en nitrógeno.

La turba de Bocas del Toro tiene una excelente capacidad de retención de humedad. Solamente la zeolita presentó partículas muy grandes y pesadas que dificultan su manejo al mezclarlo y tiene una baja capacidad de retención de humedad.

CUADRO 2. CONTENIDO DE NUTRIMENTOS EN LOS SUSTRATOS.

Sustratos	Mat. Seca	Humedad	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	C.E
			-----%					-----mg/kg-----			mmhos/cm	
Humus de Lombriz	94.40	5.60	2.45	0.17	0.74	0.92	0.21	1050	4800	50	100	9.0
Turba de Bocas del Toro	60.30	39.70	0.29	0.40	1.45	0.80	0.35	78	262	2	12	4.0
Cascarilla de arroz	91.00	9.00	2.43	0.61	2.45	1.31	0.20	120	1360	Tr	10	1.16
Zeolita	99.25	0.75	0.49	Tr	0.70	1.94	0.16	Tr	1590	10	20	--
Turba Importada	97.75	2.75	0.07	0.09	0.18	0.85	0.14	181	315	3	10	0.75

CUADRO 3. COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS UTILIZADAS COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE MELÓN.

Tratamiento	Altura de la planta, cm	Vigor	Uniformidad del pilón	Síntomas de Deficiencia	Germi- nación (9 días) %	Peso húmedo de biomasa, g
50% HL + 50% cascarilla	4.3	3	Buena	Poco	86	4.66
25% HL + 75% cascarilla	3.3	3	Buena	Media	88	4.35
100% cascarilla	1.5	1	Regular	Poco	0	2.03
75% HL + 25% cascarilla	4.8	2	Buena	Poco	69	4.31
100% HL	4.3	2	Buena	Poco	71	5.03
100% Turba de Bocas del Toro						
75% Turba + 25% Cascarilla	2.3	2	Buena	Nada	50	2.84
	2.7	2	Regular	Nada	76	
50% Turba + 50% Cascarilla	2.3	2	Regular	Nada	64	3.25
25% Turba + 75% Cascarilla	1.5	2	Regular	Poco	60	3.11
100% Zeolita	4.6	2	Mala	Mucho	55	2.91
75% Zeolita + 25% HL	5.7	3	Regular	Mucho	71	4.78
50% Zeolita + 50% HL	6.7	4	Buena	Poco	81	6.00
25% Zeolita + 75% HL	6.5	4	Buena	Poco	79	5.10
100% Flora gard	4.3	4	Buena	Medio	95	5.30
75% Flora gard + 25% cascarilla	4.5	4	Buena	Medio	90	5.40
50% Flora gard + 50% cascarilla	4.0	2	Buena	Medio	88	5.40
25% Flora gard + 75% cascarilla	2.5	2	Buena	Poco	86	3.90
100% Florava	3.8	5	Buena	Poco	90	4.40
75% Florava + 25% cascarilla	3.8	4	Buena	Poco	86	7.50
50% Florava + 50% cascarilla	3.2	3	Buena	Poco	83	5.80
25% Florava + 75% cascarilla	2.7	2	Buena	Poco	71	5.10
100% Arena	4.3	2	Mala	Poco	76	4.40
75% Arena + 25% HL	6.0	4	Regular	Poco	88	4.30
50% Arena + 50% HL	6.7	5	Buena	Poco	88	5.50
25% Arena + 75% HL	5.7	5	Buena	Nada	79	5.40
						6.80

El Cuadro 3 muestra los resultados encontrados para el cultivo de melón.

El cultivo de melón a los 13 días después de la siembra se mostró óptimo para el trasplante. Solamente pasados 21 días después de la siembra las plantas comenzaron a mostrar señales de severas deficiencias.

Según los resultados, la germinación de las plantas fue mejor al utilizar las turbas importadas (Flora gard y Florava + cascarilla) y humus de lombriz + arena, siendo muy poca al emplear la turba de Bocas del toro, ya que al no estar molida finamente, ésta se compacta demasiado para su excesiva capacidad de retención de humedad. Además la cascarilla sola y con humus de lombriz al 75% y 100% humus de lombriz, presentaron también bajo porcentaje de germinación.

La zeolita al presentar granos de gran tamaño y peso, pierde humedad rápidamente, lo que se reflejó en un bajo porcentaje de germinación. Igualmente ocurrió con el tratamiento 100% arena.

Según Sánchez y Colacelli (1999), se considera que un material presenta buen comportamiento como sustrato si el cultivo logra una germinación superior al 90% del total de las semillas plantadas.

Con relación al vigor y altura de las plantas se observaron buenos resultados con la mezcla de 50% arena + 50% humus de lombriz, 5 y 6.7 cm, respecti-

vamente. El vigor se midió en una escala de 1 a 5, donde 5 correspondió al mejor y 1 al peor desempeño.

Se observaron pocos síntomas de deficiencia en el cultivo, sin embargo, algunos tratamientos como zeolita al 100% y 75% zeolita + 25% humus de lombriz, mostraron una mayor tendencia a la marchitez de las plantas y a las deficiencias nutricionales. Tal vez por su escasa retención de humedad resultó más difícil para las plantas absorber los nutrientes de este sustrato.

El peso húmedo de la biomasa del cultivo fue mayor al utilizar 100% Florava (7.5 g), pero también se obtuvo excelente resultado con la mezcla 25% arena + 75% humus de lombriz (6.8g).

La uniformidad del pilón es un parámetro muy importante a la hora de decidir cuál sustrato utilizar. Para su evaluación se utilizó una escala de buena, regular y mala. Con excepción de la zeolita y la arena pura, todas las mezclas mostraron buen o regular comportamiento al evaluar la uniformidad del pilón.

Las turbas importadas tuvieron los mejores resultados al igual que las mezclas 50% arena + 50% humus de lombriz y 25% de arena + 75% humus de lombriz.

En el Cuadro 4 se observan los resultados obtenidos para el cultivo de tomate.

El cultivo de tomate 20 días después de la siembra estaba listo para el trasplan-

CUADRO 4. COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS UTILIZADAS COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE TOMATE.

Tratamiento	Altura de la planta, cm	Germi- nación % (5 días)(9 días)	Sintomas de Deficiencia	Peso de húmedo de biomasa, g	Vigor	Uniformidad del pilón
50% HL + 50% cascarilla	3.0	83	nada	1.58	2	Regular
25% HL + 75% cascarilla	2.5	17	nada	1.10	1	Regular
100% cascarilla	--	No hubo germinación	--	--	--	--
75% HL + 25% cascarilla	2.7	86	nada	1.57	3	Buena
100% HL	2.8	83	nada	2.06	3	Regular
100% Turba de Bocas del Toro	3.5	74	nada	2.21	4	Buena
75% Turba + 25% Cascarilla	3.0	64	nada	1.91	3	Buena
50% Turba + 50% Cascarilla	2.5	67	nada	1.55	2	Regular
25% Turba + 75% Cascarilla	2.0	17	nada	1.24	2	Regular
100% Zeolita	3.0	71	nada	2.11	2	Mala
75% Zeolita + 25% HL	3.0	83	nada	2.25	2	Regular
50% Zeolita + 50% HL	3.7	81	nada	2.30	2	Buena
25% Zeolita + 75% HL	3.2	81	nada	2.34	3	Buena
100% Flora gard	4.3	81	nada	3.08	4	Buena
75% Flora gard + 25% cascarilla	3.8	64	nada	2.48	3	Buena
50% Flora gard + 50% cascarilla	3.5	90	nada	2.32	3	Buena
25% Flora gard + 75% cascarilla	3.0	79	nada	1.46	2	Regular
100% Florava	4.0	83	nada	3.15	5	Buena
75% Florava + 25% cascarilla	4.7	83	nada	2.90	4	Buena
50% Florava + 50% cascarilla	4.0	88	nada	2.89	3	Buena
25% Florava + 75% cascarilla	2.8	67	nada	1.90	2	Regular
100% Arena	3.0	52	nada	1.88	3	Mala
75% Arena + 25% HL	4.2	81	nada	2.39	3	Mala
50% Arena + 50% HL	3.7	43	nada	2.66	2	Regular
25% Arena + 75% HL	3.2	64	nada	2.88	2	Regular

te. Aún 23 días después del trasplante ningún tratamiento mostró señales de deficiencia severa.

Con relación al porcentaje de germinación este se muestra muy bajo cuando el sustrato era 25% HL + 75% cascarilla de arroz (17 y 55%) y 100% de arena (52 y 57%). Los mejores resultados tanto a los 5 como 9 días después de siembra (dds) se obtuvieron con las mezclas: 75% HL + 25% cascarilla de arroz (86 y 90%); 50% Flora gard + 50% cascarilla (90 y 90) y 50% Florava + 50% cascarilla de arroz (88 y 93). La mezcla 25% Flora gard + 75% cascarilla de arroz, a pesar de que a los 9 dds mostró 100% de germinación, no fue de las mejores, pues su vigor fue pobre y la uniformidad del pilón regular.

Semejante que el parámetro anterior, la altura de las plantas fue mayor en los tratamientos donde se mezcló Flora gard y Florava (turba importada) con cascarilla de arroz al igual que el peso húmedo de biomasa.

El mayor vigor de las plantas se observó en las mezclas de 100% Florava (5); 100% Flora gard (4); 50% Florava o Flora gard + 50% cascarilla (3).

La zeolita no obtuvo buena evaluación (2) en este parámetro y también mostró deficiencias en la formación del pilón.

A diferencia del cultivo de melón donde la mezcla de humus de lombriz y arena se presentó como una alternativa local para los productores, en el caso del tomate solamente mostró buen comportamiento en la altura y el peso de biomasa de las plantas. El vigor no fue muy bueno y la uniformidad del pilón fue deficiente.

En el melón a diferencia del cultivo del tomate, el desarrollo radicular es rápido y exuberante envolviendo el pilón y prácticamente lo amarra formando una envoltura de raíces lo que le proporciona soporte y gran estabilidad. En el tomate éste permanece suelto y por ser la arena un material poroso presenta una baja estabilidad y se desmorona fácilmente.

La mejor formación y uniformidad del pilón se observó en los tratamientos que contenían Florava y Flora gard mezclados con cascarilla de arroz. Estos tratamientos representan una alternativa que permitirían abaratar los costos del productor.

CONCLUSIONES

- ✱ En Panamá encontramos materiales abundantes y de bajo costo como lo son: la cascarilla de arroz, arena, humus de lombriz, turba de Bocas del Toro, que solo o mezclados presentan características adecuadas para su uso como sustrato para germinación de hortalizas en casa de vegetación.
- ✱ La mezcla 50% cascarilla de arroz + 50% humus de lombriz se presenta

como una buena alternativa para la germinación de plantas de melón en casa de vegetación.

- ❖ Las mezclas de 50% Florava+ 50% de cascarilla de arroz y 50% de Flora gard + 50% de cascarilla de arroz sería una alternativa para los productores logrando una excelente germinación de plantas de tomate bajo condiciones de casa de vegetación.

RECOMENDACIONES

- ❖ Para mejorar la eficiencia de la cascarilla de arroz como sustrato, se recomienda utilizarla molida y quemada, esto le da mayor capacidad de absorber agua y se logra una mejor incorporación con el otro material que se mezcla.
- ❖ Se recomienda utilizar la turba bien triturada para evitar su compactación ya que el exceso de humedad dificulta el buen desarrollo de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- REHERMAN, C. 2001. Evaluación agroeconómica de sustratos para la producción de plántones de Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Tesis Ing. Agronomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. 120 p.
- SADE, A. 2000. Cultivos bajo condiciones forzadas, nociones generales. Editorial del Instituto Científico Weizmann. Rejovot. Israel. 245 p.
- SÁNCHEZ, M.R.; COLACELLI, N. 1999. Sistemas para establecer cosechas sin emplear suelo en los invernaderos. Revista producción (Quito) 13 (2): 134-138.

**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE HÍBRIDOS Y CULTIVARES
DE CEBOLLA (*Allium cepa*) EN CERRO PUNTA,
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 1996-1999.**

José A. Lezcano B.¹

RESUMEN

Tradicionalmente, las tierras altas chiricanas son consideradas áreas productoras de cebolla, siendo las variedades Gladalan Brown y Regia, las más cultivadas para la época lluviosa y seca, respectivamente. Con el interés de identificar híbridos y cultivares promisorios, el IDIAP evaluó desde 1996-99, materiales de piel amarilla, blanca y morada que superen a los testigos comerciales, para dar respuesta a la demanda nacional. Se estableció una prueba regional por año en el subcentro del IDIAP en Cerro Punta, ubicado a 1,900 msnm; latitud Norte 8°51'90" y 82°34'19" longitud Oeste, con una precipitación mensual promedio de 64.55 mm, temperatura media de 18.8°C. Para el período 1996 y 1998, se evaluaron 47 híbridos y 30 cultivares con un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones; para 1997 se utilizaron 36 cultivares y un diseño de Látice con tres repeticiones. En 1996 sobresalieron 14 materiales, incluyendo los testigos comerciales Gladalan Brown y Regia, dos de piel blanca, uno rojo y 11 amarillos; en 1997, 15 materiales, uno es de piel blanca, dos rojos y 13 amarillos; y en 1998, 16 materiales, de los cuales, uno de piel blanca, uno rojo y 14 amarillos. De los materiales evaluados en 1996 y 1997, repitieron en los dos años como sobresalientes, Río Plata y Regia, mientras que, por color, los más sobresalientes fueron los blancos, Río Plata y Superex; los rojos, Río Raji Red y Red Bone, además de los amarillos.

PALABRAS CLAVES: Cebolla; *Allium cepa*; híbridos; cultivares; genotipo.

**EVALUATION AND SELECTION OF ONION (*Allium cepa*) HYBRIDS AND CULTIVATES
IN CERRO PUNTA, PROVINCE OF CHIRIQUI, PANAMA. 1996-1999.**

Traditionally, the high lands of Chiriquí, Panama, are considered productive of onion, being the varieties Gladalan Brown and Regal, the most cultivated for the rainy and dry period, respectively. With the interest of identifying hybrids and cultivates experimental, the IDIAP evaluated from 1996-99, material of yellow skin, white and mansion, and that surpass to the commercial witnesses, to give response to national demand. It was established a regional test by year in the by-center of the IDIAP in Cerro Punta,

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

located at 1,900 msnm, North latitude 8°51'90" and 82°34'19" West length, with a monthly rainfall average of 64.55 mm, a mean temperature of 18.8°C. For the period 1996 and 1998 were evaluated 47 hybrids and 30 cultivates with an experimental design of BCA with four repetitions and for 1997 were used 36 cultivates and a design of Latice with three repetitions. In 1996, projected 14 materials including the commercial witnesses Gladalan Brown and Regal, two of white, one red and 11 yellow skin; in 1997, 15 material, one of white, two red and 13 yellow skin and in 1998, 16 materials, one of white, one red and 14 yellow skin. Of the materials evaluated in 1996 and 1997, repeated in the two years as outstanding, Rio Silver and Regal, while, by color, the most outstanding were the targets, Rio Silver and Superex: the reds, Rio Raji Red and Red Bone, in addition to the yellow.

KEY WORDS: Onion; *Allium cepa*; hybrids; cultivates; genotype.

INTRODUCCIÓN

En Panamá, la cebolla es un cultivo hortícola de gran importancia, ya que tanto en producción como superficie bajo siembra, la ubican en segundo lugar dentro del renglón de hortalizas en las tierras altas de Chiriquí. La cebolla (*Allium cepa*) es un cultivo de clima frío que crece bajo un amplio rango de temperatura. Según la FAO (2001), en el año 2000 a nivel mundial se sembraron alrededor de 2,707,987 hectáreas de cebolla (crecimiento anual de 4.1%), con una producción de 46.68 millones de toneladas (crecimiento anual de 5.0%) y un rendimiento promedio de 17.0 t/ha, aunque en países catalogados en desarrollo, este rendimiento sólo alcanza 14.0 toneladas.

Según Estadística y Censo (2001), en Panamá se reportó para el año agrícola 2000-2001, una superficie de 363.71 ha con una producción de 5,956.35

toneladas y rendimiento promedio de 16.37 t/ha, generando 107,294 jornales, que representaron un ingreso de \$ 676,500.00.

La adaptación de variedades a las condiciones ambientales locales es un factor muy importante para el éxito en la producción de cebolla. La planta crece mejor entre 12.8° y 24°C; de ella depende el tamaño del bulbo una vez que se ha iniciado el proceso de bulbificación (FHIA, 1993; Sánchez y Serrano, 1994).

La influencia de la temperatura en el crecimiento de la cebolla en los trópicos no está claramente definida por la poca investigación bajo estas condiciones. Altas temperaturas pueden producir también otros efectos indeseables como mayor tendencia a producir bulbos divididos o dobles, formación precoz de los bulbos y, por lo tanto, reducción en los rendimientos y tamaño de los bulbos (FHIA, 1993).

En altitudes mayores de 1,600 msnm, en donde ocurren temperaturas en el rango de 4.4° - 7.2°C, se puede inducir la formación del tallo floral si las cebollas ya han pasado el estado juvenil. La cebolla permanece en el estado juvenil hasta que la planta alcanza un diámetro de más de ¼ pulgada. La formación de flores hace que la cebolla no se pueda comercializar, porque el centro del bulbo es atravesado por un tallo duro y fibroso. Se ha encontrado diferencias entre variedades en su susceptibilidad a florecer (FHIA, 1993).

De acuerdo a la respuesta a la luz solar se ha establecido una clasificación común de las variedades dependiendo del fotoperíodo crítico (formación de bulbos en respuesta a un mínimo de horas luz) necesario para la inducción de la formación del bulbo (FHIA, 1993). Existen tres grupos de variedades de cebolla: de días largos, intermedios y de días cortos. Según el tipo se clasifican como: granex, grano, bermuda; española dulce, deshidratación y multiplicadora. Por la forma del bulbo: achatada, achatada gruesa, achatada alta, globo achatada, globo redondo, globo cilíndrico, torpedo y trompo. Es importante señalar que para el mercado de exportación de los Estados Unidos, según SICA (2000), los tipos de cebolla que tienen ventaja son la cebolla blanca, roja, amarilla, dulces y TX1051Y.

Según SICA (2000), los estándares de clasificación para el mercado nor-

teamericano están determinados por el Servicio de Mercado Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), bajo los reglamentos de South Texas Marketing Order y Idaho, y Malheur County Oregon Marketing y que debe cumplirse con requisitos en cuanto a cualidades y defectos (Cuadro 1).

La clasificación es usualmente solicitada cuando el comprador sospecha que un embarque no tiene clasificación adecuada. Para ello, se seleccionan 10 sacos del embarque y se clasifican de acuerdo a los factores mencionados.

La cebolla que se siembra en Panamá es clasificada como cebolla de días cortos (fotoperíodo de 12 a 13 horas luz diaria), que es la cantidad de horas luz necesarias para iniciar la formación de bulbos.

Los cultivares de cebolla producidos en las tierras altas de Chiriquí, presentan una tendencia a la producción de bulbos dobles y triples, o poco desarrollados; esto se debe a factores que inducen a este tipo de bulbificación, como las altas temperaturas que provoca un escaso desarrollo del bulbo; incrementando la tendencia de división del bulbo (Abadía y Mann, 1967; Pathak y col., 1996). Además, Yamaguchi (1975) señala que la alta temperatura del suelo da origen al alargamiento indeseable del bulbo.

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN DE CEBOLLA PARA LA EXPORTACIÓN A MERCADOS DE ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA. SICA, 2000.

CUALIDADES		DEFECTOS	
Tamaño:	De grande a moderadamente grande.	Tallos:	No grueso y secos.
Madurez:	Inmaduras carecen de firmeza son afectadas por presión.	Dobleces:	Sin capas quebradas.
Curación y sequedad:	Cáscaras exteriores secas y cuellos cerrados.	Rajaduras:	Que se rompen fácilmente.
Firmeza:	No suaves ni esponjosas	Pudrición:	Máximo 2%
Forma:	Globo, achatada y trompo, de una sola forma, pueden aceptarse mezclas.		Bacteria, por exceso de humedad. Moho negro, se presenta en la cebolla blanca.
Peladuras:	Capas secas; no peladuras en más del 10%		Del bulbo o <i>Fusarium</i> por altas temperaturas.
Apariencia general:			Cáscara ácida y ligosa. Alternaria seca hundida en el bulbo. Moho gris; acuosa y traslúcida

Valadez (1996) describe las características botánicas y taxonómicas de la cebolla, dentro de éstas una característica deseable para el trópico es la pungencia o sabor picante y aroma fuerte, causado por un agente volátil llamado disulfuro de alil propilo ($C_6H_{12}S_2$), reportado por primera vez en 1892 por Semmer, quien indicó además, que el aceite se encuentra en el tejido de la cebolla en cantidad de 50 ppm.

La cebolla comercial aprovechable de cultivares es severamente afectada por el estrés seco, debido a las altas temperaturas ($>35^{\circ}C$), prevaleciendo condiciones de fotoperiodo (12-13 horas diarias) en el trópico, incluyendo un escaso rendimiento de bulbos. Se han identificado siete líneas con una alta tolerancia al estrés seco, entre las cuales se encuentran cebollas de piel roja, amarilla y blanca, específicamente de la India, Holanda, Israel y Francia (Pathak, 1996).

Bajo las condiciones de Panamá, Sánchez y Serrano (1994) señalan que para seleccionar adecuadamente una variedad de cebolla, hay que tener presente que deben ser de días cortos (de 11-12 horas de luz solar). Además, la forma del bulbo es un factor importante, sobre todo para la época lluviosa. Este debe ser lo más oval, acorazonado o redondo, ya que los achatados tienden a acumular mayor cantidad de agua entre los catáfilos, provocando pudriciones en el bulbo. Además, debe ser tolerante a raíz rosada (PRR), resistente al almacenamiento, no debe tener el cuello grueso, de madura-

ción entre los 120 a 130 días, y el rendimiento debe superar las 30 t/ha.

En países como el Ecuador, se cultivan cebollas blanca y roja, siendo un producto típicamente cultivado en la región interandina del Ecuador, donde siembran anualmente alrededor de 4,000 hectáreas, con una producción de 30,000 t, para satisfacer principalmente la demanda de consumo interno (Ferrucci, 2002). Según González y col. (1986), en Venezuela, el cultivo de cebolla se lleva a cabo en zonas semiáridas, donde se tienen condiciones agroclimáticas ideales para la producción durante todo el año; sin embargo, la investigación se ha centrado en la búsqueda de cultivares resistentes como medio más eficiente para el control de enfermedades. Por ello, se estudió el comportamiento de un grupo de cultivares de cebolla en suelo infestado con el hongo, para seleccionar aquellos materiales que además de sus características agronómicas presentaron niveles aceptables de resistencia. En este estudio se evaluaron la Texas Early G502 PRR; Texas G 502; Hybrid Yellow Granex PRR; Hybrid Yellow Granex F1 y Violet de Galmi; de estos cultivares resultaron con una resistencia de moderada a alta los cultivares Hybrid Yellow Granex F1, Hybrid Yellow Granex PRR y la Granex 429.

Evaluaciones realizadas en la Universidad de Sonora, México, con 12 cultivares, entre los cuales estaban los de piel roja, amarilla y blanca. Se encontró que los cultivares de piel roja se ca-

racterizaron por presentar rendimientos bajos. En pruebas de atributos de rendimiento de cultivares de días cortos, se encontraron entre éstos los del tipo RAM, destacándose el cv. Río Bravo con porcentajes bajos de bulbos dobles (1.15 a 10.30%). Se encontró que los rendimientos de bulbos comerciales se debieron al gran tamaño de los bulbos o al elevado porcentaje de bulbos individuales (Warrid y Loaiza, 1993).

La producción de bulbos simples y no dobles es una característica deseable en una evaluación económica, con miras a identificar cultivares de altos méritos con una mirada a su introducción.

El 60.47% de la superficie sembrada en Chiriquí, se cultiva entre los 900 y 2,000 msnm (Estadística y Censo, 2001). Para la cosecha se requiere preferiblemente condiciones secas, aunque actualmente se cosecha en condiciones de lluvia, secándola bajo techo de plástico (Atlee, 1987).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo seleccionar cultivares promisorios de piel amarilla, blanca y roja que presentasen un buen comportamiento en base al rendimiento, tamaño y calidad de bulbos y presencia de enfermedades, principalmente en la época lluviosa en Cerro Punta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta actividad se instaló en el subcentro del IDIAP en Cerro Punta, ubicado a 1,900 msnm; localizado entre los 8° 51' 90" latitud Norte y 82° 34' 19" longitud Oeste, con una precipitación mensual promedio de 64.55 mm y una temperatura media de 18.8 °C, en el periodo comprendido entre el 12 de junio de 1996 y 4 de mayo de 1999.

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

En los ensayos instalados en 1996 y 1998 se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones, con 47 y 30 cultivares, respectivamente; mientras que en 1997 se utilizó un diseño de látice, evaluando 36 cultivares de cebolla, en una distribución de seis por seis con tres repeticiones. Los cultivares evaluados se presentan en el Cuadro 2.

Las parcelas experimentales consistieron de 10 hileras transversales separadas a 0.25 m y 0.09 m/planta, en una superficie de 3.0 m de largo por 1.10 m de ancho (3.3 m²). La parcela efectiva fue de 2.75 m². La fertilización consistió

CUADRO 2. CULTIVARES EVALUADOS DURANTE LOS AÑOS 1996 a 1999. CERRO PUNTA.

Tratamiento	Cultivar por año		
	1996-1997	1997-1998	1998-1999
1	XPH-8407	Serrano	Diamante
2	XPH-6789	Granex 33	Early White Grano
3	H-944	Ram-735	Ovni
4	XPH-6777	Rio Sonora	Red Creole
5	XPH-6788	Equanex	Texas Early Grano 502 PRR
6	XPH-6712	XP-6702	Hibrido Rojo
7	XP-8403	MR MAX	Mercedes
8	H-888	Contessa	Cougar
9	XPH-6792	Rio Plata	Lexus
10	H-675	H-888	Irbid Jaguar
11	XPH-6790	XPH-8403	Mr. Max Hibrid F1
12	XP-6702	Rio Bravo	RCS 1919 Hibrid F1
13	XPH-6789	Rio Raji Red	Nikita (1908) Hibrid F1
14	XPH-6700	Rio Enrique	Excelibur
15	XPH-6787	XPH-6700	Rio Bravo Grande
16	XPH-6775	Mercedes	RCS 1006 Hybrid F1
17	XPH-6795	Chula Vista	RCS 1059 Hybrid F1
18	XPH-6796	XPH-8020	RCS 3404 Hybrid F1
19	XPH-6794	RCS-1938	Domingo F1
20	XPH-6781	RCS-1903	Liberty
21	XPH-6789	XPH-6712	Hibrid Desees
22	XP-6707	Gladalen Brown	Contessa
23	XPH-6797	H-675	XPH-6700
24	VGH-154027	H-1421	Granex 429
25	H-688	Red Bone	Regia
26	Regia	Ram-7900	Pegasus
27	Granex 33	Rio Zorro	XPH-6712
28	Mercedes	RCS-1908	Serrano
29	Superex	H-1420	Texas Grano 438
30	Rio Plata	H-1274	Granex 33
31	Rio Raji Red	Regia	
32	Mr. Max	H-944	
33	Gladalen Brown	Candy	
34	Rio Bravo	Granex	
35	Ram 735	Ram-7893	
36	Rio Enrique	Lexus	
37	Encino		
38	Granex 2000		
39	Equanex		
40	Contessa		
41	Rio Sonora		
42	Serrano		
43	Granex		
44	Chula Vista		
45	Granex 429		
46	Linda Vista		
47	Rio Selecto		

en la incorporación de una tonelada/ha de cal, cinco toneladas/ha de gallinaza, un mes antes de la siembra y 20 qq/ha de una formulación completa, ocho días después del trasplante, 15 qq/ha a los 40 días después del trasplante y aplicación de 20-20-20 foliar cada 20 días, a razón de 1.10 kg de PC/ha.

En cuanto a la tolerancia o susceptibilidad a enfermedades, inicialmente se sumergió la semilla de trasplante en una solución de carboxin-captan a razón de 2.5 kg de producto comercial/ha, para hongos del suelo. El criterio utilizado para la aplicación foliar de funguicidas se basó en el manejo del productor, con aplicaciones foliares de metalaxil-mancozeb, a razón de 0.581 kg de PC/ha; clorotalonil, 1.0 lt de PC/ha, propineb, 0.795 kg de PC/ha; ferban, 1.0 kg de PC/ha, en aplicaciones alternadas. Se realizaron aplicaciones de riego por aspersión por dos horas cada una, con aproximadamente 25 mm de riego. El porcentaje de incidencia se determinó antes de la aplicación de funguicidas, evaluando visualmente el porcentaje el área foliar afectada por el hongo.

Las variables evaluadas fueron: forma, color y diámetro ecuatorial de bulbos, número de bulbos comerciales, no comerciales, total, rendimiento comercial, no comercial y porcentaje de enfermedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza del ensayo instalado en 1996, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los cultivares evaluados, en las variables rendimiento comercial y número de bulbos comerciales, lo que indica que por lo menos uno de los cultivares evaluados fue diferente a los testigos comerciales Gladalan Brown y Regia. En la variable grado de incidencia a enfermedades, para este período se encontró diferencias altamente significativas entre los cultivares evaluados (Cuadro 3).

El cultivar que mejor se comportó durante las evaluaciones de 1996, fue el XPH-8407, que superó a los testigos comerciales Regia y Gladalan Brown, con un rendimiento de 52.86 t/ha, 46.90 t/ha y 34.45 t/ha, respectivamente. Mientras que los cultivares superiores solamente al Gladalan Brown fueron Granex 33 (43.53 t/ha), Mercedes (41.65 t/ha), XPH-6789 (41.23 t/ha), Superex (40.50 t/ha), H-944 (39.93 t/ha), Río Plata (38.99 t/ha), Río Raji Red (36.98 t/ha), aunque no fueron diferentes estadísticamente (Cuadro 4).

En cuanto a la tolerancia o presencia de enfermedades (mancha púrpura), se encontró que el cultivar con el más bajo porcentaje de incidencia fue el H-944, con 11.66%, seguido de H-888, con 26.67%; H-675, con 28.89% y el XPH-8407, con 29.17% (Cuadro 4).

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACION DE CULTIVARES DE CEBOLLA, SEGÚN RENDIMIENTO COMERCIAL, NUMERO DE BULBOS COMERCIALES Y GRADO DE INCIDENCIA A ENFERMEDADES. IDIAP. CERRO PUNTA 1996.

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Rendimiento comercial (t/ha)		
Tratamiento	46	254351876**
Error	121	143849110
Número de bulbos comerciales		
Tratamiento	46	55.3047**
Error	121	23.6204
Grado de incidencia a enfermedades(%)		
Tratamiento	46	706.0421**
Error	121	290.6582

** Hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$).

CUADRO 4. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LOS CULTIVARES PROMISORIOS EVALUADOS EN 1996/97. IDIAP. CERRO PUNTA.

Cultivares	Rendimiento Comercial (t/ha) ^{1/}	Número de Bulbos Comerciales ^{1/}	Incidencia (%)
XPH-8407	52.86 a	16.75 abcde	29.17 fgh
Regia	46.90 ab	16.00 bcdef	44.17 bcdefg
Granex 33	43.53 abc	19.25 ab	31.67 efgh
Mercedes	41.65 abcd	13.25 bcdefgh	40.00 cdefgh
XPH-6789	41.23 abcd	15.67 bcdefg	37.78 cdefgh
Superex	40.50 abcd	11.30 bcdefgh	61.11 abcdef
H-944	39.93 abcd	24.75 a	11.66 h
Río Plata	38.99 abcd	17.25 abcd	37.50 cdefgh
Río Raji Red	36.98 abcde	12.50 bcdefgh	36.67 defgh
Mr. Max	35.62 abcdef	17.75 abc	35.84 defgh
XPH-6777	35.31 abcdef	17.25 abc	30.00 fgh
XPH-6788	35.23 abcdef	15.25 bcdefg	31.66 efgh
XPH-6712	34.82 abcdef	13.00 bcdefgh	46.66 bcdefg
XPH-8403	34.54 abcdef	15.50 bcdefg	36.67 defgh
Gladalan Brown	34.45 abcdef	14.50 bcdefg	45.00 bcdefg
Río Bravo	34.21 abcdef	14.50 bcdefg	46.67 bcdefg

^{1/} Promedio de cuatro repeticiones

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA. RENDIMIENTO, BULBOS COMERCIALES Y DIÁMETRO ECUATORIAL DE BULBOS EN LA EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE CEBOLLA A TRAVÉS DE GENOTIPO AMBIENTE. IDIAP. CERRO PUNTA. 1997-98.

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Rendimiento comercial, kg/ha		
Repetición (Bloque)	9	153744488**
Tratamiento	35	359587931**
Bloq*Trat.	31	384868638**
Número de bulbos comerciales		
Repetición (Bloque)	9	384.65016**
Tratamiento	35	485.01645**
Bloq*Trat.	31	431.46377**
Diámetro ecuatorial promedio de bulbos (cm)		
Repetición (Bloque)	9	0.47666341**
Tratamiento	35	0.49789975**
Bloq*Trat.	31	0.31623487**

** Hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$)

Para las evaluaciones realizadas en el periodo 97/98, se encontró diferencias altamente significativas entre los cultivares evaluados ($P < 0.001$), lo que indica que por lo menos uno fue diferente al testigo comercial (Cuadro 5), en las variables rendimiento comercial, número de bulbos comerciales y diámetro ecuatorial promedio; no encontrando diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las variables diámetro ecuatorial mínimo.

El cultivar más promisorio fue el Río Plata, de piel blanca, globo achatada, que superó a los testigos comerciales con un rendimiento comercial de 64.78 t/ha, mientras que Regia obtuvo 54.59 t/ha y la Gladalan Brown, con 50.87 t/ha (piel amarilla). De los cultivares de piel amarilla que mostraron ser más promisorios, están el híbrido H-1420 (53.88 t/ha), Río Sonora (52.02 t/ha) y Candy (51.79 t/ha), que superaron al testigo comercial. La forma del bulbo de los cultivares promisorios que más sobresalió fue el globo redondo, seguido del globo achatada (Cuadro 6).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre las casas productoras de semillas de cebolla, en las variables rendimiento comercial, número de bulbos comerciales y diámetro ecuatorial promedio. Los cultivares de Asgrow presentaron el mayor número de bulbos con una media de 53.75 bulbos, superando a Río

Colorado con 52.30 bulbos; sin embargo, Río Colorado, presentó la media de mayor tamaño en diámetro ecuatorial de bulbos, 69.24 mm y un rendimiento comercial de 40.42 t/ha, seguido de Asgrow, con 67.99 mm de diámetro ecuatorial de bulbo y un rendimiento comercial de 40.33 t/ha, lo que indica que el tamaño de los bulbos influyó en el rendimiento de los cultivares (Cuadro 7).

En el periodo 98/99, sólo se repitieron los cultivares Mercedes, Ram 735, y Serrana. En el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre los cultivares, lo que indica que por lo menos uno de los cultivares fue superior al testigo comercial. Los cultivares que mostraron superioridad frente a los testigos comerciales Regia y Gladalan Brown, fueron los híbridos, H-1360 (89.17 t/ha), H-1478 (85.53 t/ha), y H-875 (83.67 t/ha), no presentando diferencias estadísticas sobre ellas, pero sí entre el testigo Regia y Gladalan Brown, que presentaron rendimientos de 77.13 t/ha y 68.27 t/ha, respectivamente. Asimismo, presentaron rendimientos altos, superiores a Regia, el H-1479 (77.97 t/ha) y Diamante (77.67 t/ha). Otros cultivares que presentaron rendimientos promisorios fueron: H-893 (76.07 t/ha), H-1328 (65.17 t/ha), híbrido Rojo (63.23 t/ha), Ram 735 (57.80 t/ha), Río selecto (57.63 t/ha), H-1338 (56.30 t/ha) y Desees (53.03 t/ha) (Cuadro 8).

CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVARES MÁS PROMISORIOS EVALUADOS EN CERRO PUNTA, 1997-98.*

Cultivares	Color de piel	Días a cosecha	Forma del bulbo	No. de Bulbos comerciales	Diámetro Ecuatorial Prom. (mm)	Rendimiento comercial (t/ha)
Rio Plata	Blanca	111.5 n	globo achatada	57.50 j	77.20 a	64.78 a
Regia	amarilla	124.7 i	globo redondo	60.67 h	72.10 g	54.59 b
H-1420	amarilla	124.3 i	globo achatada	55.67 l	74.60 c	53.88 c
Rio Sonora	Amarilla	125.0 g	globo redondo	72.00 b	70.60 k	52.02 d
Candy	amarilla	153.3 e	globo achatada	48.00 t	76.70 b	51.79 e
Gladiol Brown	amarilla	129.5 f	globo redondo	61.25 g	68.10 y	50.87 f
RES-1908	amarilla	131.7 d	globo redondo	60.33 i	69.40 n	50.36 g
Rio Enrique	Amarilla	122.7 j	globo achatada	64.33 d	70.30 l	49.04 h
Rio Raji Red	Roja	119.0 k	achatada alta	64.00 e	71.90 i	48.81 i
XPH-6020	Amarilla	147.0 b	globo redondo	90.00 a	65.40 b	48.73 j
Red Bone	amarilla	131.7 d	globo redondo	66.67 c	67.50 g	48.43 k
Mercedes	Amarilla	124.3 i	globo redondo	54.33 n	69.90 m	44.81 l
XPH-8403	Amarilla	125.0 g	globo redondo	62.00 f	61.10 j	44.76 m
Granex 33	Amarilla	125.0 g	achatada	55.00 m	88.50 c	41.25 n
H-1274	amarilla	131.3 e	globo achatada	49.33 s	80.60 p	40.08 o
H-888	Amarilla	111.5 n	achatada	50.50 r	79.50 u	39.19 p

*Medias seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren entre sí ($P>0.05$), según la Prueba de Rangos Multiples de Duncan's.

CUADRO 7. COMPARACIONES DE MEDIAS DE RENDIMIENTO Y NUMERO DE BULBOS, PARA LAS EMPRESAS DE ORIGEN DE SEMILLA DE CEBOLLA. SUB-CENTRO, IDIAP. CERRO PUNTA. 1997-98*

Casa Comercial	Número de bulbos		Rendimiento t/ha		Diámetro ecuatorial (mm)		
	Cosechas	Comercial	Comercial	No Comercial	Promedio	Máx.	Min.
Asgrow	68.55 a	53.75 a	40.33 b	4.31 b	67.99 c	81.25 b	55.10 a
Río Colorado	61.35 b	52.30 b	40.42 a	3.06 d	69.24 a	81.48 a	58.30 a
Hazera	60.23 c	44.10 d	32.16 d	6.75 a	67.21 d	79.33 d	56.63 a
Petoseed	57.46 d	48.38 c	40.09 c	3.36 c	69.14 b	79.38 c	58.08 a

*Medias seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren entre sí ($P>0.05$), según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan's.

CUADRO 8. RENDIMIENTO COMERCIAL CULTIVARES PROMISORIOS DE CEBOLLA EVALUADOS EN EL SUB-CENTRO, IDIAP. CERRO PUNTA. DE 1996 a 1998.

Cultivares ^{1/}	1996-97		1997-98		1998-99	
	Rendimiento t/ha	Cultivares ^{1/}	Rendimiento t/ha	Cultivares ^{1/}	Rendimiento t/ha	Cultivares ^{1/}
XPB-8407	52.86 a	Rio Plata	64.78 a	H-1360	89.17 a	
Regia	46.90 ab	Regia	54.59 b	H-1478	85.53 a	
Granex 33	43.53 abc	H-1420	53.88 c	H-875	83.67 ab	
Mercedes	41.65 abcd	Rio Sonora	52.02 d	H-1479	77.97 bc	
XPB-6789	41.23 abcd	Candy	51.79 e	Diamante	77.67 bc	
Superex	40.50 abcd	Gladiolan Brown	50.87 f	Regia	77.13 bc	
H-944	39.93 abcd	RES-1908	50.36 g	H-893	76.07 c	
Rio Plata	38.99 abcd	Rio Enrique	49.04 h	Gladiolan Brown	68.27 d	
Rio Raji Red	36.98 abcd	Rio Raji Red	48.81 i	H-1328	65.17 d	
Mr. Max	35.62 abcdef	XPB-6020	48.73 j	Hibrido Rojo	63.23 de	
XPB-6777	35.31 abcdef	Red Bone	48.43 k	Ram 735	57.80 ef	
XPB-6788	35.23 abcdef	Mercedes	44.81 l	Rio Selecto	57.63 ef	
XPB-6712	34.82 abcdef	XPB-8403	44.76 m	H-1338	56.30 f	
XPB-8403	34.54 abcdef	Granex 33	41.25 n	Desees	53.03 fg	
Gladiolan Brown	34.45 abcdef	H-1274	40.08 ñ	Mercedes	49.17 g	
Rio Bravo	34.21 abcdef	H-888	39.19 p	Granex	48.23 g	

*Medias seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren entre sí (P>0.05), según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan's.

CONCLUSIONES

- ❖ Los cultivares de piel amarilla que resultaron superiores a los testigos comerciales Regia y Gladalan Brown, durante los tres periodos de evaluación, fueron XPH-8407, Candy, Río Sonora, H-1420, H-1360, H-1478, H-875, H-1479, H-893 y Diamante y de piel blanca Río Plata, aunque la mayoría superaron el rendimiento promedio nacional.
- ❖ En las evaluaciones de 1996, el cultivar XPH-8407 presentó el mejor comportamiento, superando a los testigos comerciales Gladalan Brown y Regia, con rendimientos por encima de la media nacional de 16.37 toneladas.
- ❖ Según el color de piel, los cultivares de piel blanca y roja, Río Plata y Río Raji Red, respectivamente, presentaron rendimientos superiores a la Gladalan Brown.
- ❖ La prueba en 1997/98 presentó como promisorio al cultivar de piel blanca Río Plata, con el mayor rendimiento que los testigos locales Gladalan Brown y Regia; mientras que los cultivares H-1420, Río Sonora y Candy de piel amarilla, superaron solamente a la Gladalan Brown.
- ❖ Durante la evaluación de la 1998/97, los cultivares promisorios fueron el

H-1360, H-1478, H-875, H-1479 y Diamante, que mostraron rendimientos que superaron a los testigos Gladalan Brown y Regia, mientras que el H-893 sólo superó a la Gladalan Brown.

- ❖ En las pruebas realizadas durante el periodo comprendido entre 1996 y 1999, se obtuvieron materiales considerados promisorios, pero que requieren evaluaciones adicionales, convirtiéndose en una alternativa para la producción de cebolla de Cerro Punta.

RECOMENDACIONES

- ⊗ Continuar con la evaluación y selección de cultivares de Cebolla en Cerro Punta y/o localidades en que se cultive comercialmente.
- ⊗ Llevar los cultivares sobresalientes a otras localidades que presentan condiciones similares y diferentes a los de Cerro Punta.
- ⊗ Adicionar pruebas de comportamiento en almacenamiento.
- ⊗ Continuar introduciendo nuevos y/o diferentes genotipos.
- ⊗ Realizar giras técnicas o días de campo con productores, técnicos, etc., para dar a conocer los trabajos y resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- ABADÍA, A.A.; L.M. MANN. 1967. Bulb development in onion *Allium cepa* (L.) and the effect of storage temperature on bulb rest. *Hilgardia* 40: 80-115.
- ATLEE, CH. 1987. Guía hortícola para zonas altas. Internacional Consulting Division. Panamá. 37 p.
- ESTADÍSTICA Y CENSO. 2001. Sexto Censo Nacional Agropecuario. Resultados Básicos. Contraloría General de la República. Panamá (I) 1: 13-81.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO (2001). Production Year Book. Food and Agriculture Organization. Statistical Development Series. Roma, Italia. 111 p.
- FERRUCCI P., F. 2002. Estudio de mercado para frutas y hortalizas seleccionadas. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. 8 p.
- FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA). 1993. Guía sobre producción de cebolla para exportación. Honduras. 60 p.
- GONZÁLEZ DE A., H.; GARCÍA, G.A.; ABREU, A. 1986. Comportamiento de cultivares de cebolla en suelos infestados con el hongo de la raíz roja *Pyrenochaeta terrestres* (Hansen). FONAIAP. Venezuela. *Agronomía Tropical* 35 (4-6): 105-114.
- PATHAK, C.S.; CHERNG, S.J.; KO, S.S. 1996. Genetic improvement of onions for tropics. Onions Newsletter for the tropics. Natural Resources Institute (June) (7): 12-14.
- SÁNCHEZ, E.; SERRANO, C. 1994. Manual de producción de cebolla en las tierras altas de Chiriquí. Dirección Nacional de Investigación Agrícola. IDIAP. 42 p.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR (SICA). 2000. Cebolla. Estudios de Mercado para Frutas y Hortalizas Seleccionadas. Francisco Ferruci Pénola. Ecuador. 7 p.
- VALADEZ L., A. 1996. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, S.A. 2a. ed. 5ª. reimpresión. México. pp. 81-95.

WARRID, W.A.; LOAIZA, J.M. 1993. Attributes of onion yield in twelve cultivars of short-day onions. Onions Newsletter for the Tropics. Natural Resources Institute (June) (7): 22-26.

YAMAGUCHI, N. 1975. World Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values. AVI Publishing Co., Inc. Connecticut, USA. pp. 184-195.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. EN FUNCIÓN DE ESPACIAMIENTO Y ÉPOCAS DE COSECHA. RIO GRANDE DO SUL. BRASIL. 1999-2000 ¹

Edgar Alexis Polo L.²; Pedro Lima Monks ³

RESUMEN

Esta investigación fue realizada sobre suelo hidromórfico en la Estación Experimental de Tierras Bajas de EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria), para evaluar el efecto de diferentes espaciamientos entre líneas y épocas de cosecha sobre la producción de semillas de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. Se compararon líneas espaciadas de 15, 30, 45 y 60 cm y ocho épocas de cosecha cada siete días. La primera cosecha se realizó el 28 de enero de 2000, cuando surgieron las primeras vainas maduras. El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar en parcelas divididas con tres repeticiones. Con el aumento de espaciamiento entre líneas ocurrió un incremento lineal en el número de vainas/plantas, número de semillas/plantas, peso de 100 semillas, porcentaje de germinación y reducción en el número de plantas por área. No se observó efecto de espaciamiento sobre el rendimiento de semillas por área. Hubo un efecto cuadrático en las épocas de cosecha sobre las siguientes variables: a) número de vainas/plantas, con máximo de 17.2 vainas/plantas a los 29 días después de surgimiento de las primeras vainas maduras; b) número de semillas/plantas, con un máximo de 201 a los dos días; c) porcentaje de germinación, con 55% a los cinco días; d) índice de velocidad de germinación, con un máximo de 14.5 a los cuatro días. El peso de 100 semillas alcanzó valor máximo de 0.651 g a los 16 días y el rendimiento máximo de 180.3 kg/ha fue obtenido a los 15 días después del surgimiento de las primeras vainas maduras. La época de cosecha que resultó en mayor rendimiento de semillas con porcentaje de germinación y vigor próximo al máximo ocurrió entre el 15^o y 16^o día después del surgimiento de las primeras vainas maduras o aproximadamente 30 días después del inicio de la floración.

PALABRAS CLAVES: *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.; época de cosecha; espaciamiento; semillas; rendimiento.

¹ Universidad Federal de Pelotas. Facultad de Agronomía. Eliseo Maciel Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Programa de Postgraduación en Zootecnia, área de concentración: Pasturas, para obtención del título de Maestría en Ciencias (M.Sc.) Julio, 2000. 70 p.

² Ing. Agr. M.Sc. Pasturas. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOR). e-mail: idiap_che@cwpanama.net

³ Ph.D. Profesor Orientador. Universidad Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul. Brasil.

***Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. SEED YIELD BASED ON ROW SPACINGS AND HARVESTING TIME. RIO GRANDE DO SUL. BRASIL. 1999-2000.**

An experiment was carried out to evaluate under hidromorphic soil conditions, at Experimental Station of low lands (EMBRAPA), *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. seed yield. Treatments consisted of four rows spacings (15, 30, 45, 60 cm) and eight seed harvesting date with seven days interval. The first harvest was at January 28, 2000, when first ripe, legumes appeared. A split plot complete randomized block designs was used, with three replications. With row spacing increase a linear increase occurred for legume number/plant, seed number/plant, weight of 100 seeds and germination. Row spacing increase resulted in decrease in plant number/area. Seed yield was not influenced by row spacing. Quadratic effects for harvesting dates were observed on: a) legumes number/plant with maximum of 17.2 legumes/plant at 29 days after appearance of first ripe legumes; b) seeds number/plants, with maximum of 201 at two days; c) germination, with a maximum of 55% at the 5th days; d) IVG, maximum of 14.5 at the 4th day. Maximum 100 seeds weight was reached at 16 days and maximum yield of 180.3 kg/ha was obtained at 15 days, after the appearance of first ripe legumes. Harvest date resulting in higher seed yield, with nearly maximum germination percentage and vigor, occurred at 15-16 days after first ripe legume appearance, or approximately 30 days after flowering onset of plants.

KEYWORDS: *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.; harvesting date; spacial arrangement; seed yield.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores responsables por la baja producción lechera en Río Grande do Sul ha sido la deficiente nutrición y alimentación de los animales. Leguminosas forrajeras originarias de regiones de clima tropical y subtropical han sido recomendadas para mejorar la calidad nutritiva de las pasturas para el ganado durante el periodo de primavera y verano. Sin embargo, en tierras bajas y con predominancia de suelos hidromórficos ocurren serias limitaciones para el crecimiento y desarrollo de esas leguminosas. De acuerdo con Amaral y col. (1971), el frijol de los arrozales (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.), es una especie con excelentes características para ese tipo

de suelo. Es una leguminosa originaria de la parte tropical de América del Sur, planta anual o bianual, con altura de 60 a 80 cm, tallos erectos y, asociada con gramineas de porte alto, la planta puede adquirir el hábito de enrollamiento y alcanzar 150 cm de altura (Bogdan, 1977).

Es una leguminosa poco exigente en fertilidad, creciendo en suelos mal drenados y con un pH bajo, adaptada a precipitación anual de 630 hasta 1,800 mm o más. Esta forrajera presentó destacada producción de forraje (14.4 t/ha de MS) cuando fue evaluada en el programa de evaluación de forrajeras en tierras bajas de la Empresa Nacional de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) (Reis y Primo, 1989).

En trabajo realizado en casa de vegetación, el rendimiento de MS de *M. lathyroides* no fue afectado cuando las plantas fueron sometidas a un período de inundación durante seis días (Monks y Vahl, 1996), demostrando su adaptación a lugares con exceso de agua. Muldoon (1985) indica que el porcentaje de proteína bruta en la materia seca en *M. lathyroides* varió de 27% a 14.4% en plantas cortadas con 7 y 16 semanas de edad, respectivamente. Camilo y col. (2000), estudiando la curva de crecimiento de esta leguminosa, encontraron rendimientos de hasta 3.4 t de MS/ha en plantas cosechadas a los 71 días. El porcentaje de proteína bruta en la materia seca varió de 21.7% a los 15 días de edad hasta 16.8% a los 71 días.

El productor de semillas tiene que enfrentar muchos problemas y, generalmente, los más difíciles son los que surgen al momento de la cosecha, tal como sucede en los cultivos de consumo humano. Siempre es interesante resaltar que las operaciones de cosecha pueden representar hasta 50% del costo de producción (Toledo y Marcos Filho, 1977). Las plantas forrajeras presentan características de producción de semillas que tornan críticas las decisiones sobre la cosecha, en particular, las relativas al inicio sobre la escogencia del método. *M. lathyroides* presenta hábito de crecimiento indeterminado y con gran dehiscencia de vainas maduras. Sin embargo, puede ser cosechada de forma directa cuando

un buen porcentaje de vainas se encuentran maduras o próximo a la maduración (Skerman y col., 1988). El conocimiento de la maduración de semillas en especies forrajeras es de suma importancia en la decisión del proceso de cosecha.

Este trabajo tuvo como objetivo obtener información básica del efecto de espaciamentos y épocas de cosecha de *Macroptilium lathyroides* sobre la producción de semillas de esta forrajera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento fue realizado dentro del Convenio Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA)/Universidad Federal de Pelotas (UFPEL), en área perteneciente al Centro de Pesquisas Agropecuarias de Clima Templado (CPACT), de la Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), localizada en el municipio de Capão do Leão, en la ciudad de Pelotas en Rio Grande do Sul, Brasil, en el período de noviembre de 1999 a marzo de 2000.

La temperatura media del mes más frío es inferior a 18°C y superior a -3°C; en ningún mes la precipitación media es inferior a 60 mm; la temperatura media del mes más caliente es superior a 22°C.

La distribución de la precipitación varía de año en año y de región en región,

situándose en torno de 34% en el invierno, 25% en la primavera, 25% en el otoño y 16% en el verano. Las heladas ocurren de abril a octubre.

El suelo del experimento es hidromórfico, perteneciente al orden de los Alfisoles y al grupo de los Albaqualf. Presenta profundidad media, drenaje deficiente, poca porosidad y horizonte B impermeable. La limitación del grado de fertilidad natural es clasificada de moderada a fuerte y el suelo es normalmente pobre en nutrientes disponibles y levemente ácido. El suelo fue preparado de forma convencional con arado y rastra.

Después del análisis del suelo, se distribuyó al voleo, el día de la siembra, 15 kg de N/ha en forma de urea, 100 kg/ha de P_2O_5 en la forma de superfosfato triple y 90 kg/ha de K_2O en la forma de clorato de potasio. Previa escarificación e inoculadas con el *rizobium* específico se distribuyó la semilla en surcos con una densidad correspondiente a 12 kg/ha.

El diseño experimental usado fue de Bloques Completos al Azar en parcelas divididas con tres repeticiones. Los tratamientos fueron constituidos de cuatro espaciamientos entre líneas (15, 30, 45 y 60 cm) y ocho épocas de cosecha. La primera época de cosecha ocurrió cuando surgieron las primeras vainas maduras (color marrón). Posteriormente, se realizaron las cosechas con intervalos de siete días. Las va-

riables fueron sometidas a análisis de varianza y el efecto de espaciamiento entre líneas y épocas de cosecha fueron evaluados por regresión polinomial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de plantas por área (m^2)

El análisis de varianza para el número de plantas por unidad de área reveló efecto significativo ($P < 0.01$) sólo para el factor espaciamiento, con una media de 9.68 plantas/ m^2 . El análisis de regresión polinomial indicó significancia ($P < 0.01$) para el efecto lineal. El número de plantas por área decreció en forma lineal a partir del menor espaciamiento, con valores desde 150 hasta 49 plantas/ m^2 . La cantidad de semillas colocada por área fue la misma (12 kg/ha) con 57% de germinación y 31% de semillas duras, lo que resultaría en una población de aproximadamente 210 plantas/ m^2 .

Con el aumento en el espaciamiento ocurrió mayor número de plantas/m lineal lo que aumentó la competencia entre plantas.

De acuerdo con Donald (1963), además de la competencia por luz, nutrientes y agua, puede ocurrir en cultivos muy densos competencia por O_2 y CO_2 . El número de plantas encontrado en el menor y mayor espaciamiento corresponde a una densidad de siembra

alrededor de 8.0 kg/ha y 2.5 kg/ha, respectivamente.

Número de vainas por planta

El número de vainas por planta en función del espaciamiento entre líneas mostró efecto significativo para la regresión lineal. El aumento en el espaciamiento entre líneas elevó el número de vainas por planta. Espaciamientos mayores resultaron en menor número de plantas por área; esto permitió mayor penetración de luz y actividades fotosintéticas beneficiando la producción de vainas por planta. Efectos semejantes fueron observados por Bergamaschi y Berlato (1974) con soya y por Ramalho y col. (1978) y Art y col. (1992) con frijol.

El número de vainas/planta en función de las épocas de cosecha mostró efecto significativo ($P<0.01$), para la regresión cuadrática. El número máximo de vainas por planta fue de 17.15 alcanzado a los 29 días, después del surgimiento de las primeras vainas maduras. Con el avance del desarrollo fisiológico de las plantas ocurre un aumento del número de vainas hasta 29 días después de presentarse las primeras vainas maduras. *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. es una planta de hábito trepador, indeterminado (Hopkinson, 1981) y presenta floración y maduración de las vainas desuniforme, característica de las mayoría de las leguminosas forrajeras. Desde el inicio de la cosecha de semillas hasta 34 días siguientes, hubo aumento

en el número de vainas en periodos más avanzados de desarrollo (Figura 1).

Número de semillas por planta

El análisis de regresión mostró efecto lineal para los espaciamientos ($P<0.01$). A medida que aumentó el espaciamiento entre líneas, aumentó también el número de semillas por planta. El número de semillas por planta presentó comportamiento similar al número de vainas por planta con relación al espaciamiento entre líneas. Cuanto mayor el espaciamiento, mayor es el número de vainas y semillas por planta.

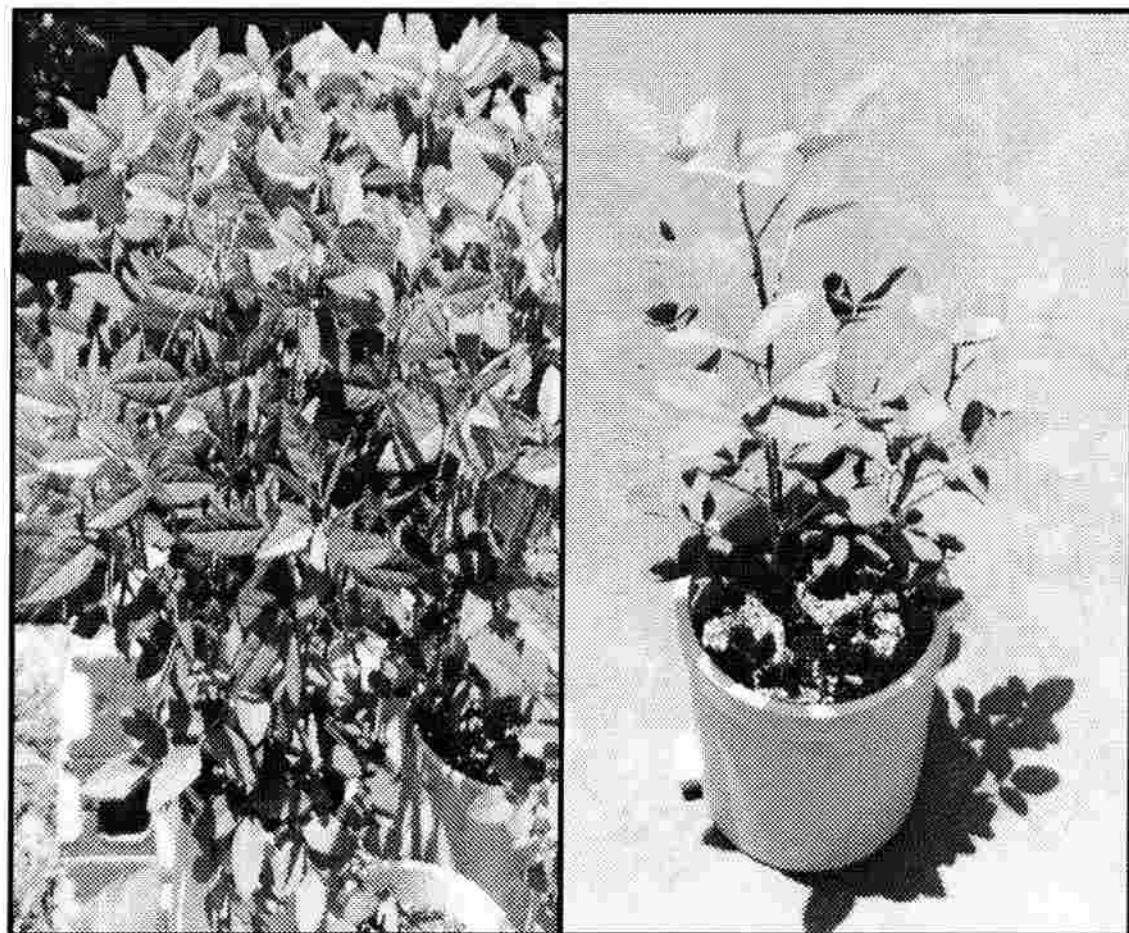
El número de semillas por planta en función de las épocas de cosecha mostró efecto cuadrático ($P<0.01$). El número máximo de semillas por planta (201) fue encontrado a los dos días, después del surgimiento de las primeras vainas maduras.

Peso de 100 semillas

El peso de 100 semillas, en función de espaciamiento entre líneas mostró efecto significativo para la regresión lineal ($P<0.05$) (Figura 2). El peso de 100 semillas aumentó con los mayores espaciamientos entre líneas. Este hecho puede ser explicado por la disminución del número de plantas/m² con el aumento del intervalo entre líneas, lo que resulta en menor competencia por luz, agua y nutrientes y en mayor acumulación de materia seca por las semillas.



Macropitilium lathyroides (L.) Urb, en estado reproductivo (floración, vainas).



Macropitilium lathyroides (L.) Urb, en estado vegetativo.

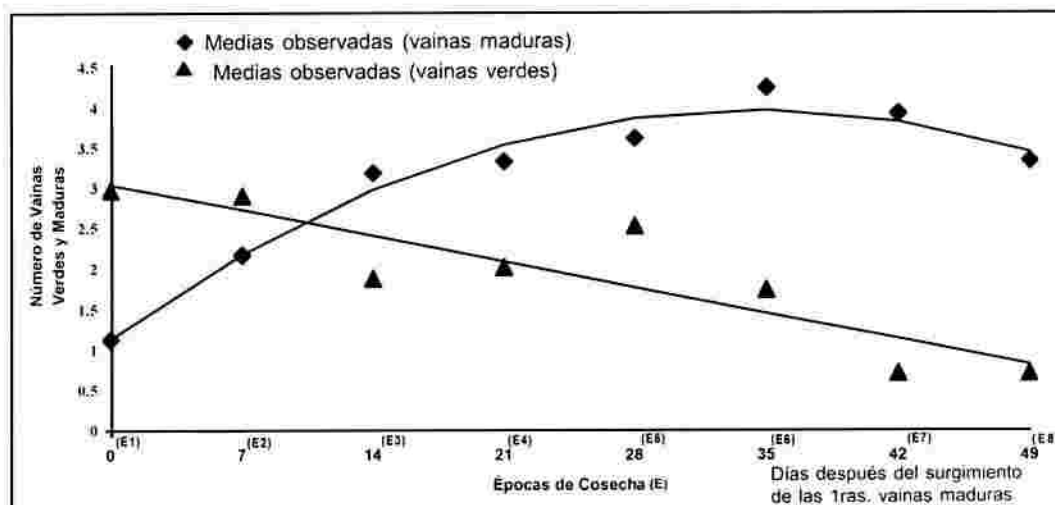


FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE LAS ÉPOCAS DE COSECHA Y EL NÚMERO DE VAINAS VERDES Y MADURAS DE *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

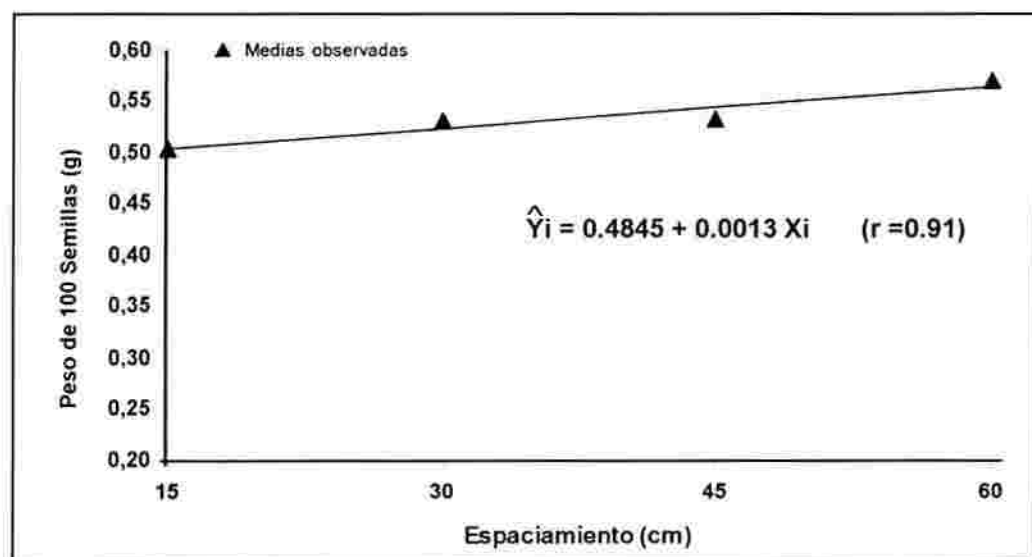


FIGURA 2. RELACIÓN ENTRE LOS ESPACIAMIENTOS Y EL PESO (g) DE 100 SEMILLAS DEL *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

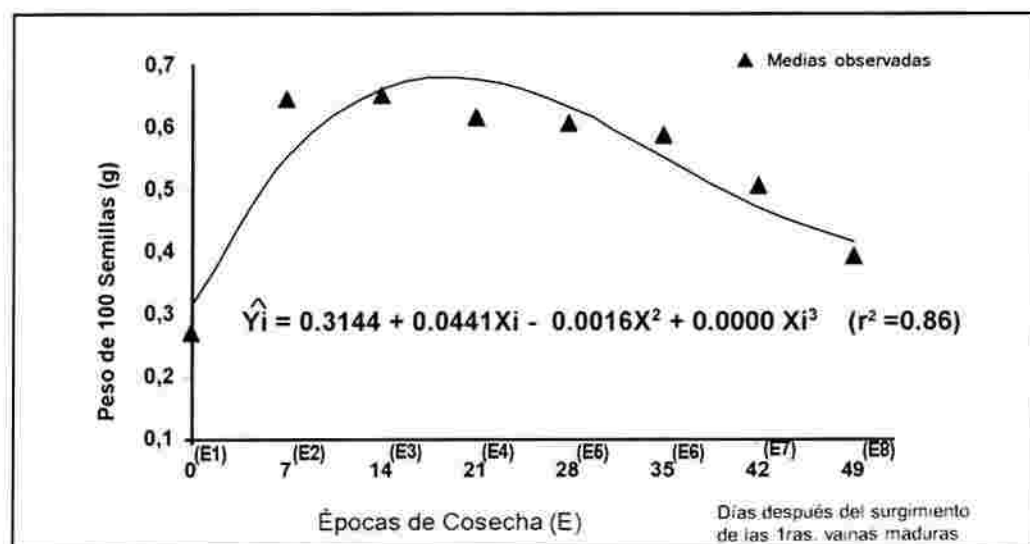


FIGURA 3. RELACIÓN ENTRE LAS ÉPOCAS DE COSECHA Y EL PESO DE 100 SEMILLAS DEL *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

Con relación al peso de 100 semillas, en función de las épocas de cosecha, el análisis de regresión polinomial (Figura 3) presentó significancia cúbica ($P < 0.01$). El máximo peso de 100 semillas fue encontrado a los 16 días después del surgimiento de las primeras vainas maduras y correspondió a 0.6514 g. El peso de 100 semillas aumentó de la primera cosecha hasta los 16 días, y decreció hasta la última época de cosecha a los 49 días después del surgimiento de las primeras vainas maduras. De acuerdo con Popinigis (1977) y Carámbula (1981), el peso de semillas está directamente relacionado al grado de maduración de la misma. El peso seco aumenta hasta un punto máximo y, posteriormente disminuye, considerándose que la semilla ha alcanzado la mayor calidad, máxima germinación, máximo vigor y menor índice de deterioro, a su vez está en el punto ideal para la cosecha (madurez fisiológica).

Germinación

A medida que aumentó el espaciamiento (Figura 4) mejoró el porcentaje de germinación de las semillas ($P < 0.05$). El porcentaje medio de germinación fue de 41% porque no fue realizada escarificación previa de las semillas. Considerándose que había alrededor de 40% de semillas duras en media, en el análisis de germinación, el porcentaje de semillas viables se situó en torno de 80%. Ese

valor estaría ligeramente por encima del mínimo exigido para otras leguminosas forrajeras, considerando el patrón de semillas fiscalizadas en Río Grande do Sul. El análisis de regresión reveló efecto cuadrático para la época de cosecha (Figura 5). El máximo porcentaje de germinación fue encontrado en el quinto día y correspondió a 55% de germinación. A partir de ese punto, el porcentaje de germinación se redujo de forma lenta, por un cierto tiempo, alcanzando valores sobre el 50% de germinación alrededor de los 17 días después del surgimiento de las primeras vainas maduras. Este hecho demuestra la gran velocidad de maduración de las semillas en esta especie forrajera.

Índice de Velocidad de Germinación

El análisis de varianza mostró significancia ($P < 0.01$) sólo para el efecto de las épocas de cosecha. El análisis de regresión polinomial (Figura 6) reveló significancia para el efecto cuadrático. El mayor índice de velocidad de germinación fue encontrado en el cuarto día después del surgimiento de las primeras vainas maduras y correspondió al Índice de Velocidad de Germinación de 14.5. El Índice de Velocidad de Germinación es uno de los conceptos más antiguos de vigor de las semillas (AOSA, 1983). Cuanto mayor es el valor obtenido, mayor es la velocidad de germinación y, por consiguiente, mayor es el vigor del lote, puesto

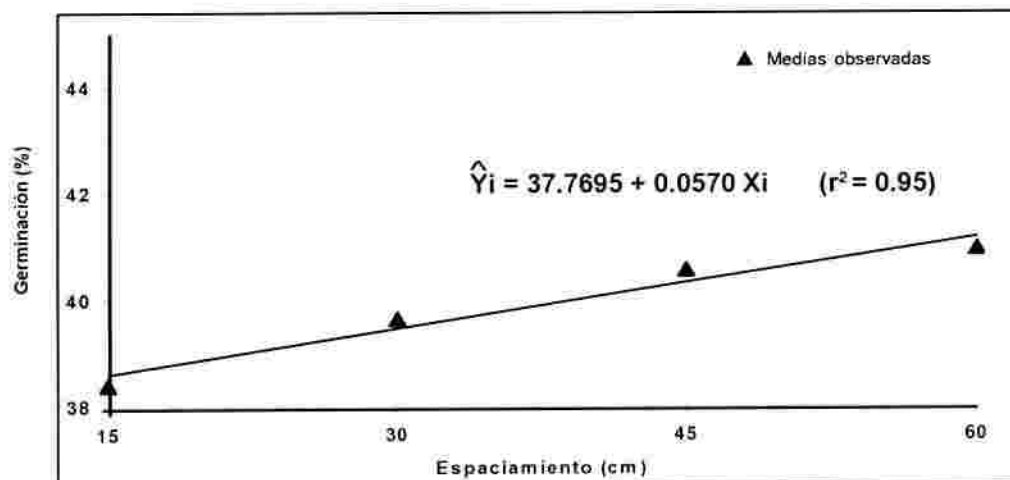


FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE LOS ESPACIAMIENTOS Y EL PORCENTAJE GERMINACIÓN (%) DEL *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

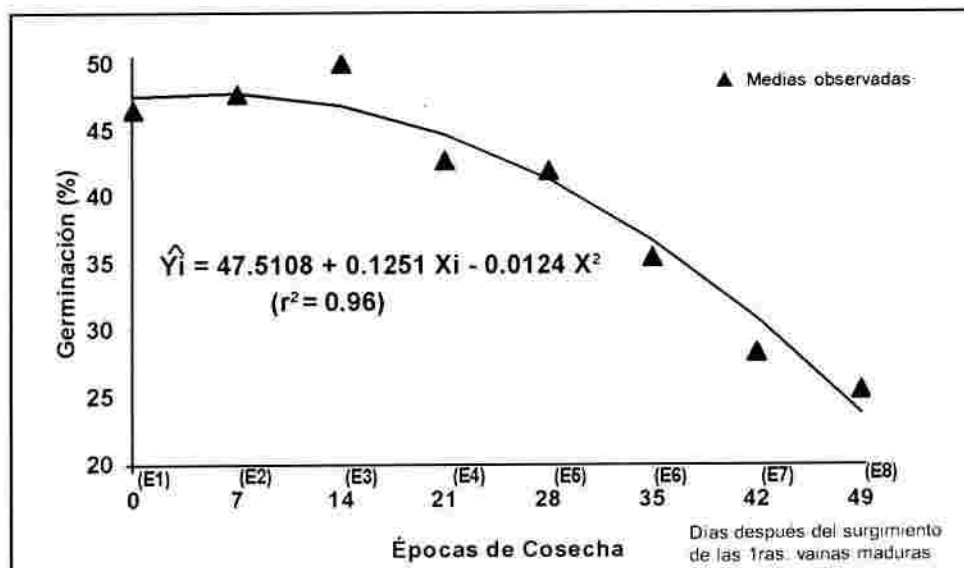


FIGURA 5. RELACIÓN ENTRE LAS ÉPOCAS DE COSECHA Y LA GERMINACIÓN (%) DEL *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

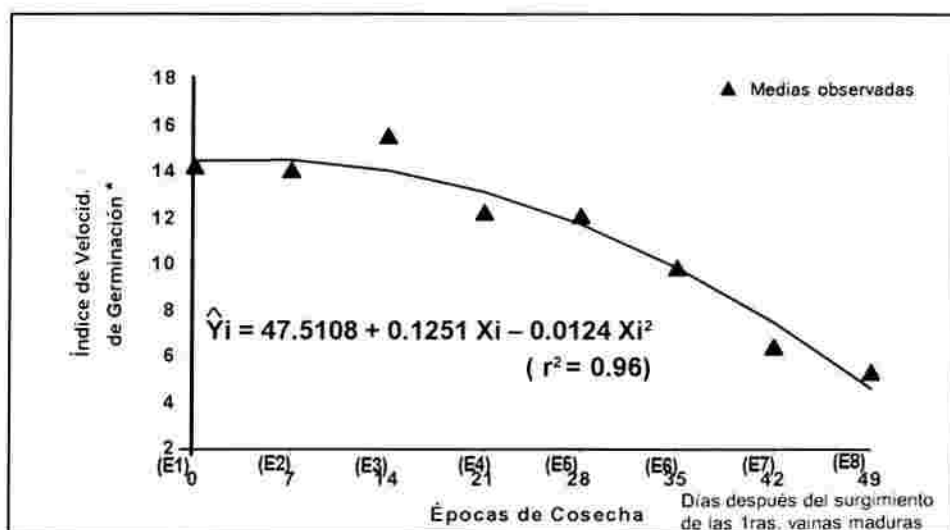


FIGURA 6. RELACIÓN ENTRE LAS ÉPOCAS DE COSECHA Y EL ÍNDICE DE VELOCIDAD DE GERMINACIÓN DEL *Macropitium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

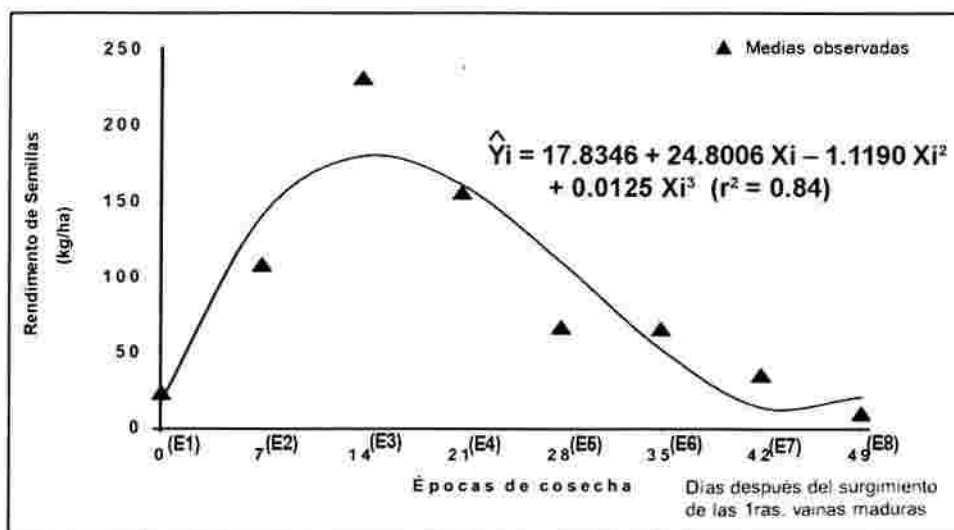


FIGURA 7. EFECTO DE LAS ÉPOCAS DE COSECHA SOBRE EL RENDIMIENTO DE SEMILLAS (kg/ha) DEL *Macropitium lathyroides* (L.) Urb. PELOTAS/RS. 1999-2000.

que el índice calculado estima el número medio de plántulas normales por día (Maguire, 1962; citado por Kryzanowski y col., 1999).

Rendimiento de semillas

Se presentó significancia ($P < 0.01$) solamente en las épocas de cosecha de las semillas (Figura 7). El análisis de regresión polinomial mostró ($P < 0.01$) efecto cúbico significativo ($P < 0.01$). Aunque con el aumento en la distancia de siembra entre líneas haya resultado en un mayor número de semillas por plantas, ese hecho no resultó en aumento en la producción de semillas. Esto fue debido al efecto compensatorio del cultivo, ya que ocurrió reducción en el número de plantas por área, con el aumento de espaciamiento, compensando el mayor número de semillas que ocurría en esta planta.

La producción de semillas de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. alcanzó el máximo a los 15 días después del surgimiento de las primeras vainas maduras, siendo esta producción de 180.3 kg/ha. La producción mínima fue de 6.9 kg/ha a los 45 días. La producción de semillas alcanzada en la primera cosecha fue de aproximadamente 23.42 kg/ha. Esta producción aumentó hasta alcanzar el máximo de 180.3 kg/ha en los 15 días siguientes. Este hecho de-

muestra la velocidad de producción de la semilla de esta especie, o sea, en torno de 10.5 kg/ha/día. Después de alcanzar el punto máximo, la producción se mantiene alta por un periodo muy corto (en torno de una semana), disminuyendo de manera rápida a los 42 días. *M. lathyroides* alcanzó la producción máxima de semillas alrededor de 75 días después de la emergencia de las primeras flores.

CONCLUSIONES

- ▲ La época de cosecha que resultó en mayor rendimiento de semillas con porcentaje de germinación y vigor (Índice de Velocidad de Germinación) próximo al máximo, se sitúa entre los 15 y 16 días después del surgimiento de las vainas maduras o aproximadamente 30 días después del inicio del periodo de floración de la leguminosa *M. lathyroides*. El espaciamiento entre líneas no afectó el rendimiento de semillas de *M. lathyroides*.
- ▲ El aumento en el espaciamiento resultó en incremento en el peso de 100 semillas, en el porcentaje de germinación, número de semillas por planta, número de vainas por plantas y reducción en el número de plantas por área.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, J. K.; ALVES, R.T.; DUCA, L.O.A.del; COSTA, N.L. Da. 1971. Forrageiras em destaque para terras de arroz. Pelotas: IPEAS. (Circular Técnica, 51). p. 11.
- ART, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; TOLEDO, A. R. M.; GUEIRREIRO, G. 1992. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades sobre os componentes productivos do feijão (*Phaseolus vulgaris*) (L.) adubado em função da área e do espaçamento entre linhas. Cultura Agrônômica. Iha Solteira (1): 1-10.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA), 1983. (ed.) Seed Vigor Testing Handbook. S.L.p. (Handbook on Seed Testing, 32). 88 p.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. 1974. Efeito de tratamentos de umidade no solo e espaçamento no comportamento de duas cultivares de soja (*Glycine max*) (L.) Merrill, em três épocas de semeadura. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, IPAGRO. Trabalho apresentado na Reunião Conjunta da Soja RS/SC 2^{da}, Porto Alegre. 29 p.
- BOGDAN, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plant. New York, Longman. 474 p.
- CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo. Hemisferio Sur. 518 p.
- DONALD, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. In Advances in Agronomy 15: 1-118.
- HOPKINSON, J. M. 1981. Controle do desenvolvimento de culturas de leguminosas para sementes. Porto Alegre e Ijuí. Produção e Tecnologia de Sementes de Forrageiras Tropicais e Subtropicais. COTRIJUI/UFRGS/FAO. pp. 29-67.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIERA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. 1999. Vigor de sementes: conceitos e teses. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de sementes. Londrina: ABRATES. 218 p.
- MONKS, P. L.; VAHL, L. C. 1996. *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.: Comportamento produtivo em função de níveis de fósforo de umidade do solo. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 33, Fortaleza. Anais. Fortaleza, SBZ 2: 128-130.
- MULDOON, D. K. 1985. Summer forages under irrigations. The growth and mineral composition of forage legume. Australian Journal of Experimental Agriculture 25: 417- 423.

- POPINIGIS, F. 1977. Fisiologia de sementes. Ministério da Agricultura. Brasília: AGIPLAN. 289 p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTA CECILIA, F. C.; ANDRADE, M. A.; LIMA, L. A.; SANTOS, J. B. 1978. Espaçamento de plantio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) realizada na região do Sul de Minas. Projeto feijão. Relatório, 75-76, Belo Horizonte. pp. 68-72.
- REIS, J.C.; PRIMO, A.T. Avaliação de forrageiras em terras baixas do Sudeste ou Rio Grande do Sul. 2. Espécies de estação quente. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia 26. Porto Alegre:SBZ. p. 2.
- SKERMAN, P. J.; CAMERON, D. G.; RIVEROS, F. 1988. Tropical forage legumes. The pasture legumes. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ONU. 2nd ed. rev. and exp. Rome. 692 p.
- TOLEDO, F. F.; MARCOS, F. J. 1977. Manual das sementes. Tecnologia da produção. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 224 p.

**PRODUCCIÓN DE LECHE EN *Brachiaria brizantha* CIAT 6780
SOLA Y ASOCIADA CON *Arachis pintoi*.
BUGABA, PANAMÁ. 1999.**

Luis A. Hertentains ¹; Eliut Santamaría ²; Odenis Troetsch ²

RESUMEN

En un diseño de reversión simple se comparó la asociación *Brachiaria brizantha* cv. Marandú CIAT 6780 y *Arachis pintoi* cv. Porvenir CIAT 18744, con la pradera pura (*B. brizantha*) sobre el efecto en la producción de leche y otros parámetros nutricionales, como alternativa para producir leche a más bajo costo en los sistemas doble propósito. Se asignaron al azar cinco vacas a cada tratamiento, con una carga inicial de 3.0 UA/ha, y rotación de 7 x 21 días de ocupación y descanso. Se escogieron vacas con rendimientos de 6.0 kg/animal/día; éstas fueron pesadas por dos días consecutivos, se ordeñaron una vez al día con el ternero al pie, la producción de leche se midió diariamente. Tanto en la pradera pura, como en la asociada hubo un periodo de 14 días de adaptación. Por un periodo de siete días se pesó la leche y se tomó muestra para determinar sólidos totales, grasa, proteína y lactosa. Al inicio de cada periodo se midió la composición botánica y disponibilidad de forraje. La pradera asociada presentó un 69.25% de *Brachiaria brizantha* y un 29.75% de *Arachis pintoi*, en contraposición de la pradera pura, que presentó gramíneas no deseables. La mayor cobertura en la pradera asociada permitió soportar 0.43 UA más que la pradera pura. Los parámetros nutricionales en la asociación fueron superiores a la pradera pura. La producción de leche no corregida por grasa varió de 4.82 a 9.60 kg/vaca/día con un promedio de 7.26 kg/vaca/día. La producción aumentó significativamente ($P<0.002$) al pasar de la pradera pura a la asociada (6.79 a 7.74 kg/vaca/día, respectivamente). En cambio, en la leche corregida por grasa no hubo efecto significativo ($P>0.05$); los contenidos de sólidos totales, grasa y proteína cruda no fueron significativos entre los tratamientos ($P>0.05$), por su parte, la lactosa mostró diferencia significativa ($P<0.03$). Con respecto a la ganancia de peso no se observó diferencia significativa ($P>0.05$). La utilización de pastura asociada permitió incremento en la producción de leche, así como aumento en el contenido de lactosa. El análisis económico indica que bajo las condiciones del presente trabajo se puede producir leche a un costo de \$ 0.19 y \$ 0.21 por kilo en la pradera asociada y pura, respectivamente.

PALABRAS CLAVES: Asociación gramínea y leguminosa; *Brachiaria brizantha*; *Arachis pintoi*; producción de leche.

¹ Ing. Agr. Zootecnista, IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).
e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

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

MILK PRODUCTION ON *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 ITSELF AND IN ASSOCIATION WITH *Arachis pintoii* PASTURE. 1999.

In a simple reversible design it was compared the association between *Brachiaria brizantha* cv. Marandú CIAT 6780 and *Arachis pintoii* cv. Porvenir CIAT 18744 with the pure grass (*B. brizantha*), over the effect in milk production and other nutritional parameters, as an alternative for a lower cost milk production on doble purpose systems. Five cows were chosen for each treatment, with an initial load of 3.0 UA/ha and a rotation of 7 for 21 days of occupation and resting. There were cows chosen with the profit of 6.0 kg/animal per day, and these cows were weighted for two consecutive days; they were milked once a day with the calf on its side the milk production was daily measured. In pure grass as in the associated one, was a 14 days period of adaptation. For seven days period milk was weighted and a sample was taken to determine total solids fat, protein and lactose. At the beginning of each period, the botanical composition was measured and also the forage availability. The associated grass presented a 69.25% of *Brachiaria brizantha* and a 29.75% of *Arachis pintoii*, in contraposition of pure grass that presented unwanted gramineous. The biggest coverage in associated grass allowed to tolerate 0.43 UA more than pure grass. The nutritional parameters in the association were superior to the pure grass. The fat not corrected milk production, varied from 4.82 to 9.60 kg/cow per day with an average or estimate of 7.26 kg/ cow per day. The production increased ($P<0.002$) passing from the pure to the association grass (from 6.79 to 7.74 kg/ cow per day, respectively). On the other hand, on the fat corrected milk, there was not any significative effect ($P>0.05$). The total solids contents, fat and raw protein were not significant between the treatments ($P>0.05$); besides, the lactose presented a significant difference ($P<0.03$). Concerning to the weight increasing, significative difference was not observed ($P>0.05$). The associated grass utilization allowed the increasing of milk production and lactose content. The economical analysis indicates that under the conditions of these investigations, milk can be produced at \$0.19 and \$0.21 cost per kilo on the associated and pure grass, respectively.

KEYWORDS: Association of gramineous and leguminous; *Brachiaria brizantha*; *Arachis pintoii*; milk production.

INTRODUCCIÓN

En las explotaciones lecheras, la producción de leche está generalmente basada en los pastos, su disponibilidad y la calidad, la cual se afecta durante la época seca. Una forma de resolver esta problemática es a través del uso de fertilizantes; sin embargo, los problemas de transporte y accesibilidad a los mismos, hacen de la fertilización una alternativa poco difundida y privilegio de muy pocas fincas, sobre todo de lecherías especializadas, que por los volúmenes, tipo

de producción y genética animal resulta rentable.

Entre los pastos que mayormente se han cultivado para la producción de leche están el *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria swazilandensis* y de reciente introducción, la *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 (IDIAP - COOLECHE 2000; Hertentains y Troetsch, 1994). La difusión de esta última en las explotaciones lecheras se ha incrementado. La

misma se adapta y crece bien en suelos bien drenados, de mediana a alta fertilidad. Se adapta a regiones con precipitaciones de 1,000 a 4,000 mm anuales y alturas hasta 1,200 msnm (Ávila, 1997; Pinzón y Montenegro, 1994).

La *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 produce bajo corte entre 17,500 y 21,000 kg MS/ha/año, con digestibilidad *in vitro* de la materia seca que varía de 53.0 a 61.5% y proteína cruda que varía de 5.0 a 15.0%, dependiendo de la edad del pasto (Ávila, 1997). En Costa Rica, Villarreal y colaboradores (1996) al evaluar cuatro gramíneas solas y asociadas con *Arachis pintoi* CIAT 17434, encontraron que la *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 sola produce 3,800 y 2,370 kg de MS/ha, cortada cada 35 días en la época de máxima y mínima precipitación respectivamente, y al asociarse con el *Arachis pintoi* los rendimientos se incrementaron a 4,340 y 3,040 kg de MS/ha, para los cortes en máxima y mínima precipitación, respectivamente.

Para mejorar la disponibilidad y calidad de la pradera, las leguminosas en asocio con gramíneas constituyen una alternativa al uso de fertilizantes, campo en los que se han hecho los más diversos esfuerzos en la búsqueda de una asociación que persista al pastoreo, ya que sus bondades son conocidas en alimentación animal.

Con la identificación del género *Arachis* y, particularmente la accesión A.

pintoi CIAT 17434 (CIAT, 1992), nuevas perspectivas se vislumbran para las asociaciones gramíneas-leguminosas. Con el pasto Estrella, *Cynodon nlemfuensis*, se encontró superioridad de la asociación en producción de leche con relación a la gramínea sola de 1.1 kg de leche por vaca por día. (Van Heurck, 1990).

En otras asociaciones de *Brachiaria dictyoneura* y *Andropogon gayanus* con *Centrosema acutifolium* y *Centrosema macrocarpum* se encontraron incrementos en la producción de leche corregida al 4%, para la asociación en relación con la gramínea de 1.0 a 1.5 kg/vaca/día adicionales (Lascano y Ávila, 1991).

En el trópico húmedo de Costa Rica, varios investigadores han comprobado las bondades de estas leguminosas para el mejoramiento de pasturas como Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), en términos de recuperación de áreas degradadas e incrementos en la capacidad productiva de sistema de producción lechera (Villarreal y col., 1996). Por otro lado, Ibrahim (1994, citado por Villarreal y col. 1996) encontró que las asociaciones de *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 con *Arachis pintoi* ha demostrado buena persistencia y altos rendimientos en ganancia de peso por animal y por hectárea, especialmente cuando se maneja con alta carga.

Sobre la base de estos antecedentes, el presente trabajo tuvo como objeti-

vo estudiar el efecto del *Arachis pintoï* en la pradera asociada con respecto a la pradera pura *Brachiaria brizantha* cv. Marandú CIAT 6780 sobre la producción de leche y otros parámetros nutricionales, como alternativa para producir leche a más bajo costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la época lluviosa de 1999, con una duración de seis meses, en la finca de un productor de leche doble propósito, en la comunidad de San Miguel de Exquisito, Bugaba, Chiriquí, a una altura de 375 msnm; temperatura media anual 27°C y precipitación promedio anual de 4,058 mm. Los suelos son de topografía plana a ondulada, del orden inceptisol, pH 5.6, textura arcillosa, alto contenido de materia orgánica (9.6%) y bajo contenido de fósforo, calcio y magnesio (4 mg/kg, 0.59 y 0.16 cmol/kg, respectivamente).

Se sembraron cuatro hectáreas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (CIAT 6780) por trasplante de plántulas procedente de semilleros, según las recomendaciones de Hertentains y col. (1992). Previo a la siembra, el suelo fue quemado con el herbicida glifosato a razón de 1.33 kg i.a./ha. Posteriormente, una vez controlada la cubierta vegetal se hicieron surcos alternos distanciados a 0.6 m, para la siembra de *Brachiaria brizantha* y el *Arachis pintoï* cv. Porvenir (CIAT 18744). El *Arachis pintoï* se sembró a una tasa de 1,000 a 2,000 kg/ha de material vegetativo en forma continua en el fondo del surco a una profundidad a 0.15 m. La pradera asociada se fertilizó a la siembra

con 16.5 kg de P_2O_5 a base de roca fosfórica y 90 kg de Sulpomag/ha; para el mantenimiento anual se fertilizó con la mitad de la dosis descrita. La pradera pura de *Brachiaria brizantha* recibió a la siembra 135 kg/ha de la fórmula completa 12-24-12. Una vez establecida la pradera, la fertilización de mantenimiento fue a razón de 80-40 y 25 kg de $N-P_2O_5 - K_2O$ /ha/año, respectivamente.

Ambas parcelas se dividieron en cuatro mangas para una rotación de 7 días de ocupación y 21 días de descanso con carga de 3.0 UA/ha. Para la evaluación se utilizaron 10 vacas con encaste Cebú por Holstein, con un período de lactancia de 90 a 120 días y una producción promedio de 6.0 kg/vaca/día.

Las vacas se asignaron al azar a cada tratamiento; el tratamiento (A) formado por la pradera asociada y el tratamiento (B), para la pradera pura. Se utilizó un diseño reversible simple (Lucas, 1950; citado por Quiroz y Ruiloba, 1990), con cinco vacas por tratamiento. Cada periodo consistió en 21 días, de los cuales 14 días fueron de adaptación y siete para mediciones de leche.

Al inicio del experimento, las vacas se trataron contra parásitos internos y externos; además, recibieron una aplicación inyectable del complejo vitamínico AD₃E (2,500,000 UI).

Al inicio y final de cada periodo experimental, las vacas fueron pesadas por dos días consecutivos, inmediatamente después del ordeño de la mañana. La producción de leche de las vacas se midió diariamente y de cada vaca se tomó una muestra para determinar sólidos totales, grasa, proteína y lactosa.

Al inicio de cada periodo se midió la composición botánica de las dos pasturas y la disponibilidad de forraje (T Mannerje y Haydock, 1963). El forraje de ambas pasturas se cortó a 0.10 m sobre el suelo y en una muestra compuesta se analizó proteína cruda (PC), calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) (AOAC, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Tilley y Terry, 1963).

Los parámetros analizados en leche incluyeron producción de leche diaria (kg/vaca/día), producción de leche corregida al 4.0%, grasa láctea, proteína, lactosa y sólidos totales. El modelo matemático establecido por Lucas (1950, citado por Quiroz y Ruiloba, 1990) para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + G_{ki} + V(G)_{ij} + P_k + GP_{ik} + E_{(ijk)}$$

donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente

μ = Media general

G_{ki} = Efecto del grupo secuencial

$V(G)_{ij}$ = Efecto de la vaca dentro del grupo secuencial

P_k = Efecto del periodo

GP_{ik} = Efecto del tratamiento, estimado por la interacción del grupo secuencial y el periodo

$E_{(ijk)}$ = Error aleatorio

La producción de leche y su composición se sometieron al análisis de varianza; la diferencia entre las medias se determinó por la prueba de Duncan (1955). Tanto para el sistema de producción de leche, basado en praderas asociadas como para praderas puras fertilizadas, se realizó un ejercicio económico parcial de los costos. Se incluyó la compra de animales, suplementación mineral, salud animal, mano de obra, insumo y su transporte a la finca, gastos referentes a materiales, equipo, herramientas y mantenimiento, así como los intereses de la inversión y alquileres.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición botánica de la pradera de *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 sola y asociada con *Arachis pintoi* CIAT 18744 se presenta en el Cuadro 1.

En la pradera sola se observó un 14% de gramíneas no deseables, lo que es común encontrar en praderas con pasturas de crecimiento erecto y en macolla; además, en esta pradera parte del terreno se anegó y un 5% de las plantas de *brizantha* en esa área murieron, lo que favoreció el crecimiento de gramíneas del género *Axonopus* sp. En la pradera asociada, la cobertura entre gramíneas de-

CUADRO 1. COMPOSICIÓN DE LAS PASTURAS DE *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 Y ASOCIADA CON *Arachis pintoii* CIAT 18744.

Especies	Pastura Sola	Pastura Asociada
	Porcentaje	
<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT 6780	78.00	69.25
<i>Arachis pintoii</i> CIAT 18744	---	29.75
<i>Axonopus</i> sp.	14.00	1.00
<i>Sida</i> sp., <i>Desmodium</i> sp.	8.00	---

seables y leguminosas fue de casi un 100%, lo cual es adecuada.

La proporción de leguminosa (29.75%) encontrada en este trabajo es adecuada (Lascano y Thomas, 1998; Lascano, 1994; González, 1992, citados por Villarreal y col., 1996). Este resultado coincide con las experiencias de Zumbado y Campos (1996) donde encontraron estabilidad de *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 más *Arachis* cuando la proporción de *Arachis* fue de 25%.

La disponibilidad de forraje, carga animal y presión de pastoreo se presentan en el Cuadro 2.

Para ambas praderas (pura y asociada) se estableció una carga animal de 3.0 UA/ha; sin embargo, la pradera pura no soportó la carga establecida, por lo que hubo que añadir 0.5 hectárea del mismo pasto para mantener los animales asignados. Lo contrario se encontró en la pastura asociada que soportó las tres vacas asignadas por hectárea y éstas correspondían a 0.43 UA/ha extra, con respecto a la carga inicial. Al analizar la presión de pastoreo, ésta fue

menor en la pastura pura que en la asociada. A pesar de esto, en la pradera asociada se encontró una disponibilidad de 1,450 kg de MS/ha/ciclo de pastoreo y representa 10.56 kg MS/100 kg de PV/día que es adecuado para producir leche y obtener ganancias de peso, como lo indica Spain y Pereira (1984, citado por Gómez y col., 1987).

El efecto del *Arachis pintoii* en la asociación sobre la gramínea sola se observa en el Cuadro 3. Todos los valores de los parámetros analizados fueron superiores en la pradera asociada, la que se refleja en aumentos en la producción animal, encontrándose que un 9.84% de proteína cruda en la asociación es adecuada, si se considera que los animales al pastorear seleccionan la dieta, lo que representa un 12 y 14% de proteína cruda. Por otro lado, el bajo nivel proteico de la pradera sola, se debió a que en este periodo ocurrió la floración de esta especie. Estos niveles guardan la proporción entre una pastura sola y una asociada.

CUADRO 2. DISPONIBILIDAD DE FORRAJE, CARGA ANIMAL Y PRESIÓN DE PASTOREO, SEGÚN PRADERA.

Parámetros	<i>Brachiaria brizantha</i> (Bb)	<i>Brachiaria brizantha</i> + <i>Arachis pintoí</i> (Bb) + (Ap)
kg MS /ha/ciclo pastoreo	1340.00	1450.00
UA/ha	2.22	3.43
kg MS/100 kg de PV/día	15.09	10.56

CUADRO 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PRADERAS *Brachiaria brizantha* SOLA Y ASOCIADA CON *Arachis pintoí*.

Pasturas	PC	P	Ca	Mg	DIVMS
	Porcentaje				
<i>B. brizantha</i> CIAT 6780	5.89	0.18	0.26	0.17	41.47
<i>B. brizantha</i> CIAT 6780 + <i>A. pintoí</i> CIAT 18744	9.84	0.23	0.53	0.28	58.67

En Costa Rica, Villarreal y col. (1996), en la época lluviosa, encontraron niveles de proteína de 6.5% en la *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 asociada con *Arachis pintoi*. También, Pinzón y col. (1996) en la asociación *Brachiaria decumbens* + *Arachis pintoi* encontraron valores similares de proteína cruda, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fósforo (P) y el calcio (Ca) de 10.0, 53.0, 0.16, 0.12%, respectivamente.

En el presente trabajo, el *Arachis pintoi*, como parte de la asociación sobre la pastura sola, se incrementó en un 67.0, 27.7, 103.8, 64.7, 41.47% para la PC, P, Ca, Mg y DIVMS, respectivamente.

La mayor digestibilidad de la materia seca en la pastura asociada se debió a que el *Arachis pintoi* es más digestible que las gramíneas, como lo ha demostrado Montenegro y Pinzón (1997).

El peso corporal promedio de las vacas durante el experimento fue de 429.00 kg. Este parámetro no fue afectado por los tratamientos ($P < 0.05$), probablemente debido al buen estado de los animales y al corto periodo de estudio.

Producción de Leche

Los cuadrados medios para producción de leche no corregida por grasa se presentan en el Cuadro 4. Se encontró diferencia significativa entre las vacas ($P < 0.0002$) y entre la pastura sola y asociada ($P < 0.002$).

Cuando se analizó la producción de leche corregida por grasa, no se encontró diferencia entre tratamientos, grupo y periodo ($P > 0.05$) (Cuadro 5). Esto se explica porque al ajustar la producción de leche por grasa a un 4%, se estandariza la producción y en las vacas de más alta producción se disminuye la grasa en porcentaje. Por otro lado, al introducir una mejora en la alimentación, la respuesta es en producción, no así en los componentes de la leche (grasa); esta situación está debidamente sustentada en los trabajos de Bath y col. (1986), donde mostraron coeficientes de correlación negativos entre producción y nivel de grasa en la leche. Otro aspecto a considerar es la heterogeneidad de los animales utilizados en este trabajo, a pesar de que fueron escogidos muy cuidadosamente por sus características fenotípicas, se desconoce las genotípicas ya que por su constitución racial hay diferencias en los componentes de la leche. La producción de leche varió entre 4.82 y 9.60 kg/vaca/día, con un promedio de 7.26 kg/vaca/día. Esta producción aumentó significativamente ($P < 0.002$) en la asociación de *B. brizantha* y *A. pintoi* en contraste con la *B. brizantha* sola.

La lactosa fue afectada significativamente ($P < 0.03$) por efecto de la pastura asociada, ya que ésta se constituye en una dieta de mejor calidad, au-

CUADRO 4. CUADRADO MEDIO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO EN *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 SOLA Y ASOCIADA CON *Arachis pinto* CIAT 18744.

Fuente de variación	Grado de Libertad	Cuadrado Medio
Grupos	1	0.2354 ns
Vacas (Grupo)	8	4.5049 ***
Períodos	1	0.0252 ns
Tratamientos	1	4.6551 **
Error	8	0.2338
Total	19	

CV. (%) = 6.66 ns = no significativo estadísticamente

** = $P < 0.002$ *** = $P < 0.0002$

CUADRO 5. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE A PARTIR DE PASTURAS PURAS DE *Brachiaria brizantha* Y ASOCIADAS CON *Arachis pinto*.

PARÁMETROS EVALUADOS	Tratamientos		Probabilidad
	Bb + A.p.	Bb	
Producción de leche, lt/vaca/día			
No corregida por grasa	7.74	6.79	P<0.002
Corregida por grasa ¹	6.55	5.79	P>0.05
Composición de la leche, %			
Lactosa	5.16	5.06	P<0.03
Sólidos totales	12.12	12.04	P>0.05
Grasa	3.01	3.10	P>0.05
Proteína cruda	3.20	3.15	P>0.05
Producción de grasa láctea, kg/vaca/día	0.231	0.205	P>0.05

¹ Corregida basándose en 4% de grasa

Bb: *Brachiaria brizantha* Ap: *Arachis pinto*

tivamente ($P < 0.03$) por efecto de la pastura asociada, ya que ésta se constituye en una dieta de mejor calidad, aumentando los contenidos de glucosa y, por ende, de lactosa (Leloir, 1961; citado por Schmidt, 1997). Por su parte, Schmidt (1971) sustenta esta aseveración indicando que la subalimentación provoca un ligero descenso del contenido de lactosa. Villarreal y col. (1996) indican que el contenido de energía digestible y metabolizable varió entre tipo de pastura y época del año, y que éstas fueron superiores en pasturas asociadas que en pasturas solas.

Los contenidos de sólidos totales y proteína cruda de la leche no fueron significativos ($P > 0.05$) entre ambas pasturas, pero sí hubo una ligera tendencia a ser mayores en la pastura asociada, por la mejor calidad de la dieta, tanto en energía como en proteína.

Los incrementos de los porcentajes de proteína y grasa estuvieron asociados a los niveles de sólidos totales y la lactosa estuvo asociada a la producción de leche. Según los resultados encontrados por Nguemdjom (1987, citado por Araúz, 1990), el proceso de la lactogénesis ocurre con cambios en los constituyentes, presentando mayores rendimientos de proteína, lactosa, sólidos totales y otros; pero, en términos porcentuales. Por otro lado, Zeliger y col. (1973, citado por Araúz, 1990), indican que el contenido de los constituyentes de la leche se reduce marcadamente debido aumento en el volumen secretado.

En la Figura 1 se presenta el efecto de los tratamientos sobre los costos e ingreso neto. En el sistema basado en pasturas asociadas y pasturas puras fertilizadas se realizó un ejercicio económico parcial de los costos. De ello se obtuvo, para las pasturas asociadas, un ingreso neto por hectárea de B/.901.67, lo que representó un incremento de 44.05% sobre los ingresos obtenidos en la pastura sola. Los costos variables y totales en la pastura asociada fueron superiores a los incurridos en la pastura sola; sin embargo, un 9.2% de incremento en la inversión (de B/.1,130.41 a B/.1,244.80) representó producir leche a B/.0.19 bajo una asociación y B/.0.21 en la pastura sola. Por otro lado, el costo de la alimentación por kg de leche producida puede disminuirse si estas pasturas se ofrecieran a animales de mayor potencial, ya que con disponibilidad y la calidad ofrecida, estas pasturas permitirían producciones de leche entre los 12 y 14 kg diarios por vaca como promedio (Vicente Chandler y col., 1974). También Stobbs (1966), García Trujillo (1983), citados por Ruiloba y col. (1990), consideran lo mismo.

Al comparar la pastura asociada con la pastura sola se encontró un incremento en la producción de leche de 0.95 kg/vaca/día y la carga se pudo mantener en 3.43 UA/ha, aunado a la

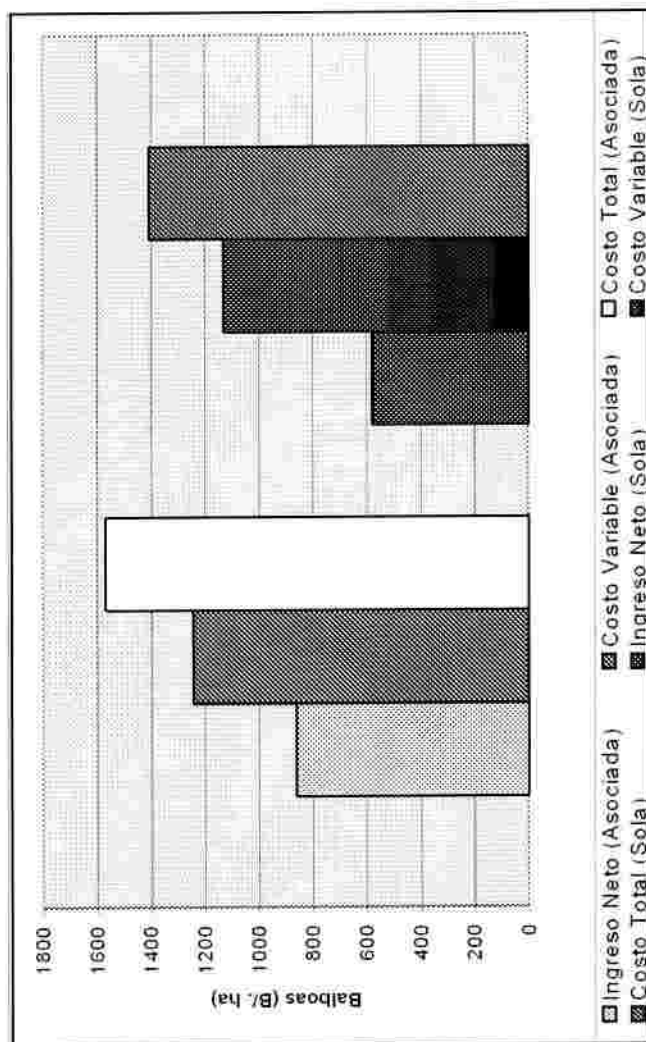


FIGURA 1. COSTO VARIABLE Y TOTAL E INGRESO NETO DE LA TECNOLOGÍA SEGÚN TIPO DE PASTURA.

reducción en el uso de fertilizantes y el posible efecto, a largo plazo, de la mejor calidad de los minerales de la pastura asociada en la reproducción de los animales, en comparación con la graminéa sola (Cuadro 2), lo cual puede indicar la gran ventaja del uso de este tipo de pasturas en la producción de leche, reducción de costos y una menor contaminación del medio ambiente por el menor uso de fertilizantes.



CONCLUSIONES

La utilización de pastura asociada de *Brachiaria brizantha* con *Arachis pintoï* permitió un incremento en la producción de leche, así como aumento en el contenido de lactosa en la leche, producto de una mejor calidad nutricional.



La pradera asociada permitió utilizar un mayor número de animales por hectárea, con menores niveles de fertilizantes a un menor costo de producción de un kilogramo de leche.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAÚZ, E. E. 1990. Actividad secretora de la ubre en vacas cruzadas durante el período prepartum correspondiente a la lactogénesis. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Centro de Enseñanzas e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI).
- AVILA, M.A. 1997. Los pastos y su manejo. En Programa de actualización a Especialistas IDIAP - MIDA. Suplemento Pecuario. Panamá. Divisa, del 17 al 21 de febrero, 1997. pp. 101-141.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1970. Official methods of Analysis. 13th ed. Washington, D.E.
- BATH, D.; DICKERSON, F.; TUCKER, A.; APPELMAN, R. 1986. Gado Lechero. Principios, práctica, problemas y beneficios. Editorial Interamericana. México, D. F. p. 342.
- CIAT. 1992. Maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*) (A. Krapovickas y W.C. Gregory): Una alternativa para ganaderos y agricultores. Boletín Técnico No. 219.
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple range and Multiple F test. Biometric 11: 1.
- GÓMEZ, J; ÁVILA, M.; SALDAÑA, C. 1987. Producción de carne en praderas de pasto Señal (*Brachiaria decumbens* Stapf) en Panamá. DIAP. Boletín técnico, 17. 10 p.
- HERTENTAINS, L.; ÁVILA, M.; LEZCANO, F. 1992. Uso de semilla gámica en alternativas de

- HERTENTAINS, L.; TROETSCH, O. 1994. Evaluación de gramíneas tropicales en dos localidades de las tierras altas chiricanas. En Informes Técnicos Pecuarios. 1994 - 1995. pp. 9-13.
- IDIAP. 1991. Estudio del Sistema de Producción Doble Propósito (Leche y Carne) en pequeñas y medianas fincas de Panamá. Informe final. IDIAP-CIID. 138 p.
- IDIAP-COOLECHE. 2000. Caracterización de los sistemas intensivos y semi-intensivos en la producción de leche en la provincia de Chiriquí. p. 176.
- LASCANO, C. E.; AVILA, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. CIAT. Pasturas Tropicales 13 (3).
- MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B. 1997. Maní forrajero (*Arachis pintoi*, Krapovickas y Gregory). Una alternativa para el sostenimiento de la ganadería en Panamá. IDIAP. Folleto Técnico 20 p.
- PINZÓN, R.; AVILA, M.; MONTENEGRO, R. 1996. Resultados de la introducción de *Arachis pintoi* en pasturas de Pangola y *Arachis pintoi*. En Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. RIEPT - MCAC/UR. Taller sobre *Arachis*. pp. 123-128.
- PINZÓN, B.; MONTENEGRO, R. 1994. Evaluación agronómica de gramíneas y leguminosas en Rambala, Bocas del Toro. En Informes Técnicos Pecuarios. 1994 - 1995. pp. 5-6.
- QUIROZ, R.; RUILOBA, M. H. 1990. Análisis computarizado del diseño de reversión simple. Ciencia Agropecuaria (Panamá) (6): 161-169.
- RUILOBA, M. H.; DE LA LASTRA, R.; NIELSEN, E. 1990. Efecto de la suplementación energética en invierno sobre la producción de leche a base de *Brachiaria decumbens* y un banco de Kudzú. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 6: 97-98.
- SCHMIDT, G. H. 1971. Biology of Lactation. W. H. Freeman and Company. San Francisco. pp. 239-254.
- 'T MANNETJE, L.; HAYDOCK, P. 1963. The dry weight method the botanical analysis of pasture. Journal of the British Grassland Society 18 (4): 268-275.
- TILLEY, J. M. A; TERRY, R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* in-

gestion of forages crops. J. Brit. Grassland Soc. 18: 104-111.

VAN HEURCK, B. L. M. 1990. Evaluación del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) sola y asociada con la leguminosa *Arachis pinto* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes. Tesis. Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 111 p.

VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUÑA, F.; CARO-COSTAS, R.; FIGARELLA, J.; SILVA, S.; PEARSON, R.W. 1974. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. University of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. Bulletin N° 233. 164 p.

VILLARREAL, M.; RODRÍGUEZ, L.; SÁN-CHEZ, J. M.; 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. RIEPT-MCAC/UCR. pp. 3-16.

ZUMBADO, C.; CAMPOS, C.E. 1996. Experiencias en el establecimiento de *Arachis pinto* en la zona de Úpala, Costa Rica. En Experiencias Regionales con *Arachis pinto* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. RIEPT-MCAC/UR. Taller sobre *Arachis*. pp. 119-122.

**HOSPEDANTES ALTERNAS DEL ÁCARO PLANO *Brevipalpus* spp.
(ACARI: TENUIPALPIDAE) EN ÁREAS CITRÍCOLAS DE LA PROVINCIA
DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2001- 2002.**

Zina L. Díaz ¹; José A. Lezcano B. ²; Rafael Rincón ³

RESUMEN

El objetivo de esta investigación era identificar las principales plantas hospedantes alternas del ácaro *Brevipalpus* spp., vector del virus causante de la 'leprosis' de los cítricos. Se realizaron muestreos en zonas de cultivo de cítricos de los distritos de Boquete, Dolega y Boquerón, provincia de Chiriquí, República de Panamá, durante el periodo comprendido entre mayo de 2001 y noviembre de 2002. De acuerdo con el sistema de siembra, se recolectaron plantas ubicadas dentro y alrededor de los cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) var. 'Valencia', 'Nativa' y 'Washington Navel' en las que se encontraban especímenes del ácaro *Brevipalpus* spp. Fueron identificadas, 10 familias, 17 géneros y 18 especies hospedantes pertenecientes a la clase Magnoliopsida, grupo que se considera predominante en estas áreas. Las familias con mayor número de géneros son las Asteraceae, la Malvaceae y la Rubiaceae y el hábito de crecimiento dominante de las plantas en las tres áreas es el arbustivo. Se reportan 10 nuevos hospedantes alternos del ácaro plano, *Brevipalpus* spp., en los tres distritos muestreados: en Boquete, *Cosmos caudatus*, *Hamelia patens*, *Peltaea sessiliflora* y *Physalis pubescens*; en Dolega, *Lepidaploa canescens*, *Chamaesyce hirta*, *Henriettea succosa* y *Miconia* spp.; en Boquerón, *Desmodium incanum* y *Borreria laevis*.

PALABRAS CLAVES: Hospedantes alternos, *Brevipalpus*, leprosis de los cítricos.

¹ Tesista Licenciatura, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI).

² Ing. Agr.; M.Sc. Parasitología Agrícola, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).
e-mail: jlezcano@idiap.gob.pa.

³ Licdo. en Biología, M.Sc. Biología, Catedrático, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI).

ALTERNATE HOSTS OF THE FLAT MITE *Brevipalpus* spp. (ACARI: TENUIPALPIDAE)
IN CITRUS AREAS OF THE PROVINCE OF CHIRIQUI. PANAMA. 2001-2002.

The objective of this research was to identify the main alternate host plants of *Brevipalpus* spp., vector of citrus "leprosis" virus. Sampling was done in citrus production areas of Boquete, Dolega, and Boqueron districts, province of Chiriqui, Republic of Panama, from May 2001 to November 2002. Following the planting system, potential host plants within and around orange crops (*Citrus sinensis*) var. Valencia, Nativa and Washington Navel, with specimens of the mite *Brevipalpus* spp. on them, were sampled. Ten families, seventeen genera and eighteen species were identified as alternate hosts plants to *Brevipalpus* spp., all belonging to Class Magnoliopsida, group considered to be dominant in these areas. Families with larger number of genera belong to Asteraceae, Malvaceae and Rubiaceae, being the arbustive type of growing prevalent in all sampled areas. Ten new alternate host plants of the flat mite *Brevipalpus* spp. are reported here in all three sampled districts: In Boquete, *Cosmos caudatus*, *Hamelia patens*, *Peltaea sessiliflora* and *Physalis pubescens*; in Dolega, *Lepidaploa canescens*, *Chamaesyce hirta*, *Henriettea succosa* and *Miconia* spp.; in Boqueron, *Desmodium incanum* and *Borreria laevis*.

KEYWORDS: alternate hosts, *Brevipalpus*, citrus leprosis.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros de la familia Tenuipalpidae comprenden la mayoría de las especies de importancia económica en cultivos como los cítricos (Kitajima y col., 1972; Childers y col., 2001). Doreste (1984) señala que los llamados ácaros planos representados por las especies *Brevipalpus obovatus* (Donnadieu), *B. phoenicis* (Geijskes) y *B. californicus* (Banks), son los más difundidos y sus daños son importantes en cítricos y otras especies cultivadas. El género *Brevipalpus* es reconocido como el grupo más importante dentro de esta familia, ya que algunas especies además del daño físico que causa al fruto, son considerados como vectores de la enfermedad conocida como "leprosis de los cítricos" que puede

causar la muerte de los árboles (Rodríguez, 2000; Childers y col., 2001).

El género *Brevipalpus* es transmisor del virus de la leprosis de los cítricos (CiLV) perteneciente al grupo de rhabdovirus, virus no sistémico, y ataca principalmente la naranja de jugo (*C. sinensis*), que induce síntomas locales en hojas, ramas y frutos (Timmer y col., 2000). Esta enfermedad fue informada por primera vez en Estados Unidos de Norte América (Florida) y en algunos países de Sur América, particularmente Brasil, donde representa un serio problema.

En Estados Unidos, Brasil y en América Central, se señala la presencia de plantas hospedantes que imposibilitan

la total eliminación del ácaro, o que permite mantener la población del mismo (Childers y col., 2001; Ochoa y col., 1991). En el manejo integrado de la leprosis se recomienda la eliminación y manejo de plantas asociadas al cultivo de cítricos que pueden ser hospedantes alternas, utilizadas por el ácaro plano como medio para su alimentación, reproducción y refugio (Smith y col., 1997; Garnsey y col., 1993).

En este sentido, Haramoto (1969), enlista unas 37 especies de plantas pertenecientes a 27 familias que son hospedantes de *B. phoenicis* en Hawai. A nivel mundial se reportan más de 50 especies de plantas hospedantes para *B. californicus*, *B. obovatus* y *B. phoenicis* (Smith, 1997). En Brasil, las especies *Acanthospermum australe*, *Alternanthera tenella*, *Amaranthus deflexus*, *Bidens pilosa*, *Senna obtusifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Ipomoea* spp., *Lantana camara*, *Leonotis neypetaefolia*, *Momordica charantia*, *Sida cordifolia* y *Sida rhombifolia* son reconocidas como plantas hospedantes del ácaro de la leprosis (Rossetti y col., 1997).

En estudios realizados en América Central por Ochoa y col. (1991) se identificaron 177 hospedantes de *B. phoenicis*, *B. californicus* y *B. obovatus*; de estos hospedantes, en 114 especies, se identificaron *B. phoenicis*; en 29 especies *B. californicus* y en 34 especies *B. obovatus*; dentro de estas especies

hospedantes se incluyen frutales, ornamentales, forestales y malezas.

Para la consideración de especies hospedantes de *Brevipalpus*, se toman algunos síntomas del daño característicos presentes en la planta, como un amarillamiento leve, resquebrajamiento de la superficie del fruto y la presencia de inmaduros del ácaro (huevecillos y estadios ninfales) (Ochoa y Salas, 1989).

Esta investigación tuvo como objetivo identificar las principales plantas hospedantes alternas del ácaro *Brevipalpus* spp. en zonas de cultivo de cítricos ubicadas en los distritos de Dolega, Boquerón y Boquete, provincia de Chiriquí, República de Panamá

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron muestreos y recolección de material vegetativo en plantaciones de cítricos de las variedades Valencia, Nativa y Washington Navel; ubicadas en localidades de los distritos de Dolega, Boquerón y Boquete; durante el periodo comprendido entre mayo de 2001 y noviembre de 2002. El área en general presentó una precipitación promedio anual de 2,907.8 mm y una temperatura promedio de 20.1°C, con suelos clasificados como inceptisoles derivados de la actividad volcánica, profundos, franco arenosos.

En Boquete las fincas dedicadas al cultivo de la naranja están ubicadas entre

los 8°45' 00" de latitud Norte y 82°27' 49" de longitud Oeste (Cuadro 1). El cultivo de naranja (*C. sinensis*) var. Washington Navel se caracteriza por encontrarse asociado al cultivo de café, plátano, aguacate y otros (Figura 1).

Las fincas muestreadas en el distrito Dolega, se encuentran ubicadas entre los 8°39' 1" de latitud Norte y 82°39' 15" de longitud Oeste y en Boquerón ubicadas entre los 8°36' 36" de latitud Norte y los 82°32' 45" de longitud Oeste (Cuadro 2). El cultivo de naranja (*C. sinensis*) var. Valencia y var. Nativa, se encuentra sembrada bajo el sistema de monocultivo en hileras, encontrándose rodeado de malezas, algunos arbustos, árboles y plantas ornamentales (Figura 2). En las localidades de La Acequia y Potrerillos Abajo, en

Dolega se establecieron puntos como en fincas de la empresa Agroindustrial Cítricos, S.A., dedicada a la venta de fruta fresca y al procesamiento de la fruta.

El inventario se realizó mediante muestreos y recolecta de material vegetativo una vez por semana, dentro y alrededor del cultivo en localidades de Boquete, Dolega y Boquerón (Cuadros 1 y 2).

El muestreo consistió en la recolecta de 20 hojas por planta asociada al cultivo de los cítricos, las cuales se colocaron en bolsas plásticas con cierre hermético, registrando el sitio de colecta, altitud, hábito de crecimiento y características morfológicas de las plantas (Figura 3).



FIGURA 1. Sitio (A) donde se realizaron los muestreos. cultivo de cítricos sembrado bajo el sistema de asociación de cultivos. El Huacal, Boquete.

FIGURA 2. Sitio (B) donde se realizaron los muestreos, cultivo de cítricos sembrado bajo el sistema de siembra en hilera. Potrerillos, Dolega.



Las muestras se procesaron 24 horas después de su recolección en el laboratorio de entomología y acarología. Las hojas de las plantas fueron colocadas en vasos químicos de 1,000 ml con alcohol al 70% y agitadas para desprender los ácaros adheridos a la superficie de las hojas de las plantas (Ochoa y col., 1991). Se estableció un sistema para el procesamiento de las muestras, el cual consistió en un embudo de vidrio y papel filtro dentro de un Erlenmeyer de 1,000 ml, donde se decantó el alcohol sobrante. Las muestras recuperadas de 25 a 50 ml de alcohol, se coloca-



FIGURA 3. Toma de muestras de especies vegetales, para la determinación de hospederos alternos de *Brevipalpus*.

CUADRO 1. EXPLOTACIONES PARTICULARES QUE FUERON MUESTREADAS. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2001-2002.

EXPLOTACION #	LOCALIDAD	DISTRITO	UBIC. GEOGRAFICA ¹ Y ALTITUD ²	PROPIETARIO	VAR. CULTIVADA
F1	Potrillitos Abajo	Dolega	N 8°38' 42" O 82°28'2" 662 msnm	Alexis Saavedra	Valencia
F2	Potrillitos Abajo	Dolega	N 8°38'26" O 82°28'20" 634 msnm	Genarino Serrano	Valencia
F3	Potrillitos Abajo	Dolega	N 8°37'26" O 82°27'57" 541 msnm	Olga de Gutiérrez	Valencia
F4	Potrillitos Abajo	Dolega	N 8°37'28" O 82°29'57" 620 msnm	Jorge Illueca	Washington Navel
F5	Potrillitos Abajo	Dolega	N 8°38'5" O 82°28'3" 676 msnm	Jicmat Ali García	Valencia
F6	La Acequia	Dolega	N 8°36'36" O 82°26'7" 432 msnm	Edwin Aizpurúa	Valencia
F7	Palmira	Boquete	N 8°43'52" O 82°26'51" 1050 msnm	Mair Velásquez	Washington Navel
F8	Palmira	Boquete	N 8°44'20" O 82°27'6" 1132 msnm	Bolívar Miranda	Washington Navel
F9	El Huacal	Boquete	N 8°47'24" O 82°26'12" 1181 msnm	Fernando Gaytán	Washington Navel
F10	Horqueta	Boquete	N 8°48'15" O 82°27'8" 1260 msnm	Luis O'Donnell	Washington Navel
F11	Palo Alto	Boquete	N 8°47'36" O 82°25'41" 970 msnm	Armando Lescure	Washington Navel

¹Para la ubicación geográfica se utilizó un GPS Garmin, modelo 76.

²La altitud se estimó utilizando un altímetro marca Konus.

CUADRO 2. FINCAS DE LA EMPRESA CÍTRICOS, S.A. QUE FUERON MUESTREADAS. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 2001-2002.

FINCA	LOTE	Distrito	UBIC. GEOGRÁFICA ¹	ALTITUD ² (msnm)	SUPERFICIE	VAR. CULTIVADA
Guayabal	92	Boquerón	N 8°38'18" O 82°33'35"	750	511.0000 ha.	Halim
Guayabal	111	Boquerón	N 8°36'36" O 82°24'5"	660	511.0000 ha.	Valencia
Guayabal	112	Boquerón	N 8°36'36" O 82°24'5"	660	511.0000 ha.	Valencia
Aguacate	81	Boquerón	N 8°39'10" O 82°32'37"	870	1094.5481ha.	Valencia
Aguacate	70	Boquerón	N 8°40'19" O 82°32'42"	964	1094.5481ha.	Valencia
Aguacate	71	Boquerón	N 8°40'17" O 82°32'45"	963	1094.5481ha.	Valencia
Aguacate	78	Boquerón	N 8°40'17" O 82°31'45"	963	1094.5481ha.	Valencia
Aguacate	79	Boquerón	N 8°39'7" O 82°32'28"	870	1094.5481ha.	Valencia
Aguacate	85	Boquerón	N 8°39'10" O 82°32'37"	853	1094.5481ha.	Valencia
Aguacate	88	Boquerón	N 8°38'47" O 82°32'46"	828	1094.5481ha.	Valencia
Mora	42	Dolega	N 8°39'15" O 82°30'10"	771	992.2293 ha.	Nativa
Mora	35	Dolega	N 8°40'15" O 82°30'58"	920	992.2293 ha.	Nativa
Mora	29	Dolega	N 8°41'11" O 82°30'57"	983	992.2293 ha.	Valencia
Mora	14	Dolega	N 8°40'46" O 82°30'2"	916	992.2293 ha.	Valencia
Mora	20	Dolega	N 8°40'9" O 82°29'55"	846	992.2293 ha.	Valencia
Mora - Sur	45	Dolega	N 8°39'15" O 82°30'10"	771	992.2293 ha.	Valencia
Agrinsa	99	Boquerón	N 8°38'19" O 82°33'35"	800	250.8015 ha.	Nativa
Agrinsa	100	Boquerón	N 8°38'16" O 82°33'43"	690	250.8015 ha.	Nativa
Agrinsa	96	Boquerón	N 8°38'18" O 82°33'43"	700	250.8015 ha.	Nativa
Agrinsa	97	Boquerón	N 8°38'18" O 82°33'43"	700	250.8015 ha.	Nativa
Agrinsa	95	Boquerón	N 8°38'18" O 82°33'35"	750	250.8015 ha.	Nativa
Agrinsa	98	Boquerón	N 8°39'17" O 82°33'38"	790	250.8015 ha.	Nativa
Vivero 1		Dolega	N 8°39'1" O 82°30'32"	750		Valencia
Vivero2		Dolega	N 8°39'48" O 82°29'49"	750		Valencia

¹ Para la ubicación geográfica se utilizó un GPS Garmin, modelo 76.

² La altitud se estimó utilizando un altímetro marca Konus.

ron dentro de platos petri de vidrio y llevadas al estereoscopio donde se determinó la presencia de los estados de desarrollo e instares del ácaro (huevecillos, protoninfa, deutoninfa y adultos) (Doreste, 1984) (Figura 4).

De las plantas en las cuales se encontró el ácaro (estadios inmaduros y adultos), se estableció una colección de referencia (planta completa). Para este propósito se trasladaron a los laboratorios de Botánica de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), donde se identificaron a nivel de familias con las claves para traqueófitas de Lasser (1972) y a nivel de géneros y especies, utilizando las claves de Woodson y Schery (1981). Las plantas se secaron por triplicado siguiendo la metodología de Bridson y Forman (1998). Para clasificar las espe-

cies como hospedantes del ácaro, se utilizó el criterio propuesto por Cano y col.(2000), el cual señala que las verdaderas hospedantes del ácaro son aquellas donde se presenten adultos con estados inmaduros, o sea, que él completa su ciclo de vida en la planta.

Las hojas afectadas presentaron tonos amarillos muy leves sobre la parte ventral. Los ácaros se ubican adheridos al dorso de la hoja y cerca la nervadura central de la hoja, se mueven lentamente y son difíciles de encontrar.

Las plantas identificadas fueron comparadas con las muestras preservadas del Herbario de la Universidad de Panamá. Se verificaron los nombres científicos de las especies vegetales a través de las obras de D'Arcy (1997) y Correa y col. (2002) y se obtuvieron las características de cada una de estas especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se presentan en los Cuadros 3 al 5. En el Cuadro 3 se listan las familias de plantas recolectadas en los distritos de Boquete, Dolega y Boquerón, en la provincia de Chiriquí. De los 284 especímenes vegetales recolectados



FIGURA 4. Sistema de procesamiento para muestras de especies vegetales.

pertenecientes a las clases Liliopsida y Magnoliopsida; esta última representó el mayor número de familias, donde las más numerosas fueron la Asteraceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae.

Entre las familias que presentaron una mayor distribución se destacaron la Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, Solanaceae y Verbenaceae; en Dolega, coincidieron con las familias Anacardiaceae, Annonaceae, Araceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Solanaceae y Verbenaceae; y en Boquerón, coincidieron las familias Malvaceae, Piperaceae, Rubiaceae y Verbenaceae. De acuerdo a esos resultados, las familias que presentaron una distribución más amplia, se encuentran en localidades de los tres distritos como son: Malvaceae, Rubiaceae y Verbenaceae.

En el Cuadro 4 se presentan los hospedantes alternos del ácaro plano reportados en la literatura y que fueron encontrados en las áreas muestreadas. Por presentar distintos estados biológicos del ácaro fueron consideradas como plantas hospedantes de *Brevipalpus* spp. Se identificó un total de 10 familias, 17 géneros y 18 especies (Clase Magnoliopsida), de las cuales, nueve especies fueron malezas y las restantes nueve, árboles y arbustos. Entre las plantas hospedantes el hábito de crecimiento predominante fue el arbustivo (ocho especies), seguido del herbáceo (seis especies) y árboles (seis

especies). Las familias más numerosas fueron la Asteraceae, Malvaceae y Rubiaceae (con tres especies cada una).

De las 18 especies de plantas hospedantes alternas identificadas, ocho son reportadas por Ochoa y col., 1991; Colariccio y col., 1995; Rossetti y col., 1997; Chagas y col., 2000; Childers y col., 2001. De estas especies, se identificó a *Lantana camara* como hospedante de *B. obovatus*; *Annona chirimolia* Mill., *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. y *Coffea arabica* L., como hospedantes de *B. phoenicis* y, a *Sida rhombifolia*, como hospedante de *B. californicus* y *B. phoenicis* (Cuadro 4). Haramoto (1969) identificó 27 familias en las cuales 37 especies son hospedantes del ácaro plano de los cítricos.

La *A. cherimolia*, *V. patens*, *E. fusca*, *B. crassifolia*, *S. linifolia*, *S. rhombifolia*, *B. laevis*, *C. arabica* y *L. camara*, son especies identificadas por Ochoa y col. (1991); y fueron encontradas en Boquete y Dolega. La única especie que se encontró con una mayor distribución fue *C. arabica*, debido a que es cultivada en Chiriquí, principalmente en Boquete como cultivo agroindustrial y ocupa un área significativa. Estas plantas representan un factor de sobrevivencia importante para el ácaro, ya que, por ejemplo, el café es un cultivo considerado hospedante natural del ácaro del género *Brevipalpus* y que transmite un virus (grupo de los rhabdovirus), que produce la enfermedad conocida como mancha anular del café. Sin embargo, en Boquete, donde se asocia café con naranja

CUADRO 3. LISTA DE LAS PRINCIPALES FAMILIAS DE PLANTAS RECOLECTADAS EN DIFERENTES FINCAS UBICADAS EN BOQUETE, BOQUERÓN Y DOLEGA. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. PANAMÁ. 2001-2002.

FAMILIA	FINCAS (F) Y LOTES (L)	MALEZA
Acanthaceae	F8, F10	
Anacardiaceae	F5, F6	
Annonaceae	F5, F11	
Araceae	F6	
Asteraceae	F1, F2, F3, F4, F6, F7, F9, F10, F11, F12, L92, L81, L51, L42, L35, L9, L19, L70, L78, L99, L100, L98	X
Balsamidaceae	F10	X
Bignoniaceae	F11	
Caricaceae	F9	
Chenopodiaceae	F6	X
Commelinaceae	F9, F10	X
Dilleniaceae	F1, F3	X
Ericaceae	F11	
Euphorbiaceae	F6, F7, F8, L81, L29, L14, L20, L79, L45	X
Fabaceae	F2, F6, F11, L112, L111, L97, L100, L45, L85, L79, L71, L70, L29, L35, L81	
Hypericaceae	F3	
Lauraceae	F1, F5, F6, F9, F11	
Malpighiaceae	F2, V1, V2	
Malvaceae	F6, F11, L51, L79, L45, L111	X
Melastomataceae	F1, F2, F3, F6, L92, L51, L42, L35, L78, L88, L99, L100, L95, L97, L98	
Menthaceae	F6, F11	X
Myrtaceae	F3, F4, F5, F6, F9, F11, L42, V1, V2	
Moraceae	F2	
Nyctaginaceae	F5, F6, F11, V2	
Oxalidaceae	F10, F11	X
Piperaceae	F2, L92, L85, L100, L98	X
Plantaginaceae	F10	X
Rosaceae	F1, F6, F9, F11, V2	
Rubiaceae	F6, F8, F10, L42, L35, L29, L20, L98, L111, L75, L78, L85, L88, L99, L96	X
Rutaceae	F11	
Sapindaceae	F1	X
Solanaceae	F6, F11, L20	
Sterculiaceae	L99	X
Urticaceae	F11	X
Verbenaceae	F1, F2, F4, F6, F11, L92, L14, L78, L85, L88, L45, L99, L96, L97	X

Fincas (F) y Lotes (L) se encuentran detallados en los Cuadros 1 y 2. X =malezas.



FIGURA 5. *Physalis pubescens* L. (Familia: Solanaceae)



FIGURA 6. *Miconia* spp. Ruiz & Pav. (Familia: Melastomataceae)

CUADRO 4. HOSPEDANTES ALTERNAS DEL ÁCARO PLANO *Brevipalpus* spp. REPORTADAS Y ENCONTRADOS EN FINCAS DE CÍTRICOS EN LOCALIDADES DE BOQUETE, BOQUERÓN Y POTRERILLOS. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ. 2001 - 2002.

Ubicación	Altura msnm	Familia	Especie	Nombre Común	Tipo de Crecim.
°47'36" O82°25'41"	970	Annonaceae	<i>Annona cherimolia</i> Mill.	chirimoya	árbol
°38'42" O82°28'02"	662	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (H.B.K.) Rob.	palo blanco	arbusto
°36'36" O82°26'07"	432	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (H.B.K.) Rob.	palo blanco	arbusto
°38'26" O82°28'20"	634	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	palo santo	árbol
°36'36" O82°26'07"	432	Malvaceae	<i>Sida linifolia</i> Cav.	escobilla	hierba
°36'36" O82°26'07"	432	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	escoba de puerco	hierba
°36'36" O82°26'07"	432	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	caféto	árbol
°47'24" O82°26'12"	1181	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	caféto	árbol
°48'15" O82°27'08"	1260	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	caféto	árbol
°38'26" O82°28'20"	634	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	pasarruín, siete negritos	arbusto
°38'18" O82°33'35"	750	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	pasarruín, siete negritos	arbusto

var. Washington Navel, no se ha observado los síntomas de esta enfermedad en el caféto.

Las hospedantes de *Brevipalpus* como *A. cherimolia*, *B. crassifolia* y *P. pubescens* son frutales, pero encontradas en menor cantidad. Muchas de estas plantas le sirven al ácaro en algunos casos solamente como refugio contra sus enemigos naturales y condiciones ambientales desfavorables; sin embargo, en principio sirven de alimento y refugio. En ausencia del hospedante natural, muchas de estas plantas le sirven a los ácaros como fuente de alimento, presentando las hojas un amarillamiento pálido, provocado por la alimentación de los ácaros que se alojan en la parte dorsal de la hoja (Ochoa y Salas, 1989). Por otro lado, con el bajo valor

de la fruta en el mercado nacional, las malezas se vuelven un hospedante importante, por el hecho de servir como refugio tanto a ácaros depredadores como a fitófagos, y al poco control que les da el productor de cítricos, permaneciendo por largo tiempo en asocio con los naranjos hasta la cosecha, permitiendo la sobrevivencia de los ácaros.

En el Cuadro 5 se presentan las nuevas hospedantes alternas del ácaro plano encontradas en distintas localidades de Boquete, Dolega y Boquerón. Las hospedantes alternas no reportadas son: *Cosmos caudatus* H.B.K. (Asteraceae) localizada en Palmira, Boquete; *Lepidaploa canescens* (H.B.K.) Rob. (Asteraceae) encontrada en Cítricos S.A., Dolega; *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp

(Euphorbiaceae) en la Acequia, Dolega; *Desmodium incanum* D.C. (Fabaceae) y *Borreria laevis* (Lam.) Griseb (Rubiaceae) en Cítricos, S.A., Boquerón; *Peltaea sessiliflora* (H.B.K.) Standl (Malvaceae) y *Physalis pubescens* L. (Solanaceae) en Palo Alto, Boquete (Figura 5); *Henriettea succosa* (Aubl.) D.C. y *Miconia* spp. (Melastomataceae) en Potrerillos Abajo, Dolega (Figura 6); y *Hamelia patens* Jacq. (Rubiaceae) en Los Ladrillos, Boquete.

Este hallazgo representa un aporte importante a la flora hospedante de la falsa araña roja, por considerarse una fuente de alimento y de refugio para las poblaciones del ácaro en ausencia de especies de cítricos, además de contribuir a la existencia de especies de ácaros depredadores. Metcalf y Luckmann (1990) señalan que los hospedantes alternos tienen su importancia dentro de los cultivos en la sobrevivencia de los enemigos naturales de las plagas. Además, el manejo de los cultivos, la siembra de diferentes cultivos en la cercanía, dejando algunas malezas o proporcionando diversidad en otras formas es vital en la provisión de hospedantes alternas. Esto indica que con la presencia de plantas hospedantes alternas se asegura la sobrevivencia de ácaros fitófagos, así como de ácaros e insectos depredadores de ácaros.

De las especies identificadas (Cuadros 4 y 5) el tipo de crecimiento principal es el herbáceo y arbustivo. Esto

debe tomarse en cuenta cuando se realicen aplicaciones de acaricidas al cultivo, con el fin de incluir a estas plantas. Sin embargo, debe considerarse que también son refugio de ácaros depredadores.

CONCLUSIONES

- ✱ En las localidades de Boquete y Dolega se encontraron familias de plantas asociadas a cítricos informadas en la literatura como hospedantes de *Brevipalpus* spp.
- ✱ Las plantas hospedantes encontradas pertenecen a 10 familias, 17 géneros y 18 especies.
- ✱ De las 18 especies hospedantes identificadas 10 son consideradas nuevos hospedantes del ácaro plano de los cítricos.
- ✱ La presencia de tantas especies de plantas hospedantes alternas asociadas al cultivo de la naranja, dificulta la eliminación o erradicación de la leprosis de los cítricos. Sin embargo esta información posibilita el establecimiento de estrategias de manejo del ácaro más efectivas ya que no ocurre la transmi-

CUADRO 5. NUEVAS HOSPEDANTES ALTERNAS DEL ÁCARO PLANO *Brevipalpus* spp. ENCONTRADOS EN DISTINTAS LOCALIDADES DE BOQUETE, BOQUERÓN Y POTRERILLOS. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMA. 2001 - 2002.

Distrito	Localidad	Ubicación Geográfica	Altitud msnm	Familia	Especie	Nombre Común	Tipo de Crecim
Boquete Dolega	Palmira	N8°43'52" O82°26'51"	1050	Asteraceae	<i>Cosmos caudatus</i> H.B.K.	saeta	hierba
	Finca Mora	N8°40'15" O82°30'58"	920	Asteraceae	<i>Lepidaploa canescens</i> (H.B.K.) Rob.	s/n	arbusto
Dolega	La Acequia	N8°36'36" O82°26'07"	432	Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	tripa de pollo	hierba
Boqueron Boquete	Finca Aguacate	N8°39'07" O82°32'28"	870	Fabaceae	<i>Desmodium incarnum</i> D.C.	pega pega	hierba
	Palo Alto	N8°47'36" O82°25'41"	970	Malvaceae	<i>Pellaea sessiliflora</i> (H.B.K.) Standl.	guacimillo	arbusto
Dolega	Potrerrillos Abajo	N8°38'26" O82°28'20"	634	Melastomataceae	<i>Hemitelia succosa</i> (Aubl.) D.C.	s/n	arbusto
Dolega Boqueron	Potrerrillos Abajo	N8°38'42" O82°28'02"	662	Melastomataceae	<i>Miconia</i> spp.	s/n	árbol
	Finca Aguacate	N8°40'17" O82°31'45"	963	Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	hierba clavo	hierba
Boquete Boquete	Horqueta	N8°48'15" O82°27'08"	1260	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	coloradito	arbusto
	Palo Alto	N8°47'36" O82°25'41"	970	Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i> L.	uchuva	arbusto

s/n = Sin nombre.

sión transovárica del virus (generaciones posteriores del ácaro no portarán el virus).

- ❖ La presencia de hospedantes alternos de la falsa araña roja, permite la posibilidad del uso de enemigos naturales del ácaro, en un programa de manejo integrado.

RECOMENDACIONES

- ❖ Continuar con el inventario de plantas hospedantes de *Brevipalpus* spp., incluyendo áreas de producción de cítricos como Río Sereno y otras regiones del país.
- ❖ Realizar estudios que determinen la diversidad de especies de ácaros fitófagos y depredadores existentes en las plantas hospedantes alternas de *Brevipalpus*.

BIBLIOGRAFÍA

- BRIDSON, D.; FORMAN, L. 1998. The Herbarium Handbook. Third Edition. Royal Botanic Gardens, Kew. Printed in Great Britain by Whitstable Litho Printers. 334.
- CANOR, P.; AVILA G., M. R.; NAVA C., U.; SÁNCHEZ G., H.; LOPEZ R., E.; RANGEL S., M.; BLANCO C., M.; JIMÉNEZ D., F. 2000. Plantas hospedantes de la mosquita blanca de la hoja plateada, *Bemisia argentifolii* (Bellows y Perring) (Homoptera: Aleyrodidae) en la Comarca Lagunera, Coahuila, México. Folia Entomol. 40 (1): 53-64.
- CHILDERS, C.C.; KITAJIMA, E. W.; WELBOURN, W. C.; RIVERA, C.; OCHOA, R. 2001. *Brevipalpus* como vectores de la leprosis de los cítricos. Manejo Integrado de Plagas 60; 61-65.
- COLARICCIO, A.; LOVISOLO, O.; CHAGAS, C. M.; GALLETTI, S. R.; ROSSETTI, V.; KITAJIMA, E. W. 1995. Mechanical transmission and ultrastructural aspects of Citrus leprosis virus. Fitopatologia Brasileira 20: 208-213.
- DORESTE, E. 1984. Acarologia. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica. 391 p.
- HARAMOTO, F. H. 1969. Biology and Control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijkes) (Acarina: Tenuipalpidae). Hawaii Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 68: 1-63.
- GARNSEY, S.M.; CHAGAS, C. M.; CHIAVEGATO, D. L. G. 1993. Leprosis and Zonate Chlorosis. In Compendium of Citrus Diseases. (eds. Whitside J.O., Garnsey, S.M. and Timmer L.W.) APS Press. Second printing, 1993. USA. pp. 43-44.

- KITAJIMA, E. W.; MULLER, G. W.; COSTA, A. S.; YUKI, V. A. 1972. Short, rodlike particles associated with citrus leprosis. *Virology* 50: 254-258.
- LASSER, T. 1972. Las Familias de Traqueófitas de Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Universidad de Oriente, Venezuela*. 1772 p.
- METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. Trad. A. García T. y R. Elizondo M. Editorial LIMUSA. México. pp. 196-97.
- OCHOA, R.; AGUILAR, H.; VARGAS, C. 1991. Acaros fitófagos de América Central. Guía ilustrada. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 251 p.
- OCHOA, R.; SALAS, L. A. 1989. The genus *Brevipalpus* in Costa Rica (Acari: Tenuipalpidae) *Internat. J. Acarol.* 15 (1): 21-29.
- PRALORAN, J. C. 1977. Los Agrios. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España. 520 p.
- RODRÍGUEZ, J.C.V. 2000. Relaciones patógeno-vector-planta no sistema leprose dos citros. Thesis Ph.D. Piracicaba, Brasil. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade Sao Paulo.
- ROSSETTI, V.; COLARICCIO, A.; CHAGAS, C. M.; SATO, M. E.; RAGA, A. 1997. Leprose dos Citros, *Boletín Técnico* (6). Instituto Biológico de Sao Paulo, e no Brasil. 7 p.
- SMITH, I.M.; McNAMARA, D.G.; SCOUT, P.R.; HOLERNESSE, M. 1997. Citrus leprosis "rhabdovirus". Data Sheets on Quarantine Pest. pp. 1237-1242. *In Quarantine Pest for Europe*. 2nd ed. CAB International and EPPO. UK. 1425 p.
- TIMMER, L. W.; GARNSEY, S. M.; GRAHAM, J. H. (eds). 2000. Compendium of Citrus disease. 2nd ed. APS PRESS. MI, USA. 92 p.
- WOODSON, E.R.; SCHERY, R. W. (Edits.). 1981. Flora of Panama. 1943-1981. *Annals Of The Missouri Botanical Garden*. Editorial Committee. Missouri Botanical Garden. Saint Louis. USA. 167 p.

CARACTERIZACIÓN DE AISLAMIENTOS DE *Rhizoctonia* MEDIANTE LA TÉCNICA DE ISOENZIMAS. PANAMÁ.1998.

Kilmer Von Chong ¹; Carlos Herrera S. ²; Rodolfo Morales ³

RESUMEN

El añublo de la vaina del arroz causa mermas estimadas entre 2.0 -45% en la producción, bajo condiciones de alta precipitación, alta nubosidad y altas temperaturas (Ou,1984). En Panamá no se ha identificado la especie de *Rhizoctonia* que predomina en las áreas arroceras. En la taxonomía de este hongo se están utilizando técnicas como los marcadores moleculares (análisis de isoenzimas) para distinguir entre aislamientos con morfologías similares y variabilidad entre especies (CIAT,1993). Este trabajo se realizó durante los meses de julio a octubre de 1998, en los Laboratorios del IDIAP en Divisa, con el propósito de identificar la especie de *Rhizoctonia* que afecta al cultivo del arroz en Panamá. Los aislamientos se colectaron en parcelas ubicadas en Alanje, Soná, Penonomé, Antón y Chepo y se compararon con aislamientos procedentes de Colombia, área del Tolima (Tolima CICA-4, Esparcidor 1, Esparcidor 2), identificados como pertenecientes a la especie *Rhizoctonia solani* (CIAT, Palmira, Colombia). Las proteínas extraídas de los cultivos puros, de los aislamientos nacionales y de referencia, se analizaron mediante la técnica de electroforesis discontinua en gel de almidón replicados cuatro veces. Se comparó la movilidad relativa (coeficiente RF) de las bandas de las isoenzimas monomórficas, alfa esterasa, fumarasa, hexoquinasa, leucina aminopeptidasa y mannosas -6-fosfatoisomerasa, de los aislamientos nacionales con los de referencia. El análisis de los coeficientes RF de los zimogramas indica que los aislamientos de Panamá pertenecen a la especie *Rhizoctonia solani* y las variantes detectados en la población de *Rhizoctonia* del país están presentes en la población de Colombia.

PALABRAS CLAVES: *Rhizoctonia* del arroz; añublo de la vaina; pudrición de la vaina; isoenzimas.

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

² Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCAP). e-mail: idiap_div@cwpanama.net

³ M.Sc., Ing. en Industrias Agrícolas y Alimentarias. IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: idiap_div@cwpanama.net

CHARACTERIZATION OF RHIZOCTONIA ISOLATES BY MEANS OF ISOENZYMES TECHNIQUE. PANAMÁ. 1998.

The sheath blight of rice causes yield losses estimated between 2.0-45% under climated conditions such as clouded days, high precipitation and high temperatures (Ou, 1984). In Panama the prevalent specie of *Rhizoctonia* has not been indentified. It has been used molecular markers (isoenzymes) to distinguish among isolates with similar morfology and genetic variability. This research was carried out from July to October of 1998, in the laboratories of IDIAP- Divisa with the objective of identify the species of *Rhizoctonia* that affects rice plants in Panama. The isolates were collected in rice plots of Alanje, Sona, Penonome, Anton and Chepo, and they were compared with isolates from Tolima, Colombia (Tolima CICA-4, Esparcidor 1, Esparcidor 2) identified as *Rhizoctonia solani*. The extracted proteins of pure culture of panamanian and colombian isolates were analyzed by starch gel electrophoresis, replicated four times. The relative mobility (coefficient RF) of each band of panamanian and colombian isolates were compared by the monomorphic isoenzymes: alfa esterasa, fumarase, hexoquinase, leucin aminopeptidase and mannose-6-phosphate isomerase. The relative mobility (RF coefficients) of the zimograms indicates that the panamanian isolates belong to the specie *Rhizoctonia solani* and the variants detected in the population are also present in the colombian population.

PALABRAS CLAVES: *Rhizoctonia* del arroz; añublo de la vaina; pudrición de la vaina; isoenzimas.

INTRODUCCIÓN

En Panamá, el arroz es uno de los cultivos más importantes, no sólo por ser la base de la dieta del panameño (Aguilera, 1991), sino por su aporte del 25% al PIB agropecuario (Contraloría General de la República, 1991). La actividad arrocería en nuestro país generó alrededor de 4,000 empleos directos y 300,000 jornales por año, lo que representó 1.5 millones de balboas (IICA, 1994).

En el país, el arroz se cultiva mediante el sistema de secano (temporal) y de riego. En el período 1994-95 el MIDA

(Departamento de Cómputo, Santiago) y la Contraloría General de la República (Panamá en Cifras, 1996) informaron que el 94.4% de la superficie cultivada (61,969 ha) se hizo en secano y produjo el 88.9% de la producción (2,423,281 kg). En este mismo período se sembró, con riego, 5.6% de la superficie (6,980 ha) y se obtuvo una producción de 301,850.1 kg (11%).

El cultivo de secano es afectado por limitaciones climáticas que impiden la aplicación oportuna de las prácticas agronómicas, debido a la disponibilidad de lluvias y humedad en el suelo. Las sequías no sólo favorecen la competencia de las malezas, sino también predisponen el cultivo

al daño por plagas y enfermedades, que a su vez reducen los rendimientos (Von Chong, 1994).

No obstante, en los últimos años, uno de los problemas del cultivo que está causando mermas económicas significativas, es la enfermedad conocida como añublo de la vaina, cuyo agente causal es *Rhizoctonia* sp. Esta enfermedad causa pérdidas en los rendimientos entre 20-45% (Ou, 1984).

A diferencia de otros patógenos, el estudio e identificación de razas fisiológicas del organismo causal del añublo de la vaina es bastante difícil. Se han utilizado diferentes procedimientos para identificar especies y razas de este patógeno (CIAT, 1993). En la taxonomía de este hongo se están utilizando técnicas como los marcadores moleculares (análisis de isoenzimas), para distinguir entre aislamientos con morfologías similares y variabilidad entre las especies.

Market y Moller (1959) citado por Simpson y Withers (1986) fueron los primeros en emplear la palabra isoenzima, la cual es una enzima que tiene diferentes pesos moleculares y cataliza una misma reacción.

Las isoenzimas, como marcadores bioquímicos, son actualmente detectadas en forma rápida y económica, lo que las hace ideales para identificar variaciones entre y dentro de poblaciones (Hodgkin, 1991).

En Panamá no se ha identificado la especie de *Rhizoctonia* que predomina en las áreas arroceras; no obstante, existen evidencias de la presencia de *Rhizoctonia solani*. Una vez se identifique la especie de *Rhizoctonia* predominante, se hará más eficiente su control, tanto preventivo como curativo, lo cual redundará en una mayor rentabilidad, reducción de costos y mayor productividad para abastecer el mercado local.

Esta información servirá para establecer las bases para un mejor manejo agronómico del cultivo del arroz y, a la vez, permitirá clasificar al patógeno dentro de las diferentes categorías de patógenos cuarentenarios y evitar la entrada de variantes exóticas que afectarían la producción nacional. El objetivo de esta investigación fue el de identificar la especie de *Rhizoctonia* que afecta al cultivo del arroz en Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante los meses de julio a octubre de 1998, en los laboratorios del IDIAP, Divisa. Los aislamientos estudiados fueron colectados en las diferentes zonas arroceras de Panamá como se detallan en el Cuadro 1.

Cada muestreo se realizó recorriendo las parcelas en forma de zig-zag para obtener muestras de las estructuras de resistencia (esclerocios) del patógeno. Se analizaron seis aislamientos procedentes

CUADRO 1. Zonas Arroceras Muestreadas.

Provincias	Distrito	Corregimiento	Nº de muestras
Chiriquí	Alanje	Guarumal	1
		Divalá	1
Veraguas	Soná	Guarumal	1
Coclé	Penonomé	Coclé	1
	Antón	Chirú	1
Panamá	Chepo	El Llano	1

de Veraguas, Chiriquí, Coclé y Panamá, que se compararon con aislamientos procedentes de Colombia, área del Tolima, denominadas Tolima Cica-4, Esparcidor 1 y Esparcidor 2. Estas muestras fueron suministradas por el Dr. F. Correa del CIAT, Palmira, Colombia.

Se trabajaron cuatro réplicas de aislamientos por zonas de producción en dos geles. En el laboratorio se obtuvieron cultivos puros, a partir de las muestras de esclerocios, colectadas en los tallos de las plantas en estadio de primordio floral; éstas se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio, se sembraron en medio de papa dextrosa agar (PDA) y se incubaron por cinco días, en oscuridad y a temperatura ambiente. Porciones de crecimiento micelial se colocaron en caldo de papa dextrosa y se incubaron sin agitación a temperatura ambiente durante siete días en la oscuridad.

Preparación de la muestra y extracción de proteína

La masa de micelio se colectó por filtración al vacío, a través de papel filtro (Whatman Nº1) y se molió en nitrógeno líquido hasta obtener un polvo fino.

El polvo de hongo congelado (1.5 ml) se mezcló con 500 ml de buffer de extracción a 4°C. Los extractos de proteína se almacenaron a -80°C hasta que se usaron en electroforesis. La manipulación de enzimas se hizo a 4°C. Se hicieron dos corridas electroforéticas para cada aislamiento.

Después de completar las corridas, los geles se sometieron a tinción con los protocolos selectivos para cada una de las cinco isoenzimas estudiadas.

En este trabajo se analizaron las isoenzimas monomórficas o menos polimórficas tales como: alfa esterasa (α EST), fumarasa (FUM), hexokinasa (HK), leucina aminopeptidasa (LAP) y manosa-6-fosfato isomerasa (M6PI) mediante electroforesis discontinua a 4°C (S6E) usando las soluciones tampón, Tris-citrato/lithium-borato (pH 8.3) e histidine-citrato (pH 8.0) (Davis, 1964).

Preparación del Gel de Almidón

Los geles de almidón fueron hechos en concentración de 16% peso/volumen de almidón en buffer (1:9 lithium borato/tris-citrato) del gel. El gel se preparó usando una concentración de 16% peso/volu-

men. Esto es de 36.80 g de almidón disueltos en 230 ml del buffer del gel. Una vez enfriado el gel se cubrió con papel plástico ("plastic wrap") para evitar su deshidratación.

Electroforesis

Se colocó el gel en la caja para buffer, se cubrió con "plastic wrap" y sobre éste se colocó una bandeja con hielo picado, se conectaron los electrodos a la fuente de poder y se interrumpió la corriente eléctrica cuando el indicador alcanzó el final del gel.

Se usó un voltaje constante de 3.8 v/cm, es decir, 172 voltios y 23 miliamperios.

Cargado de geles

La inoculación de extractos de proteína en geles horizontales se realizó utilizando piezas rectangulares de papel filtro Whatman N° 3, de 2-4 mm de ancho, embebidas con el extracto de proteínas. Antes de cargar, se verificó que los pozos para buffer de corrida estaban llenos y etiquetados.

Protocolos de Tinción

La detección de las isoenzimas en los geles se realizó mediante el empleo de protocolos selectivos publicados por Brewer y col. (1970).

La hexokinasa (Murphy y col., modificada por Shaw y Prasad 1990); Leucina aminopeptidasa (Beckman y Johnson, 1964, citado por Brewer y col., 1970); Fumarasa (Brewer y Sing, 1970); Alfa Esterasa (Brewer y Sing, 1970); Mannosa-6-fosfato isomerasa (Brewer y col., 1967).

Variable evaluada: Para la estimación de los coeficientes RF se dividió la distancia recorrida de cada núcleo de banda desde el origen hasta su centro, entre la distancia recorrida por el indicador.

Análisis de datos: Se realizó una comparación de patrones de bandas (patrón RFS) entre las muestras y se consideraron similares las muestras con patrones iguales o que compartieran 80% de similitud.

RESULTADOS

El análisis de cinco isoenzimas seleccionadas para caracterizar los aislamientos de *Rhizoctonia* colectados en las zonas arroceras de las provincias de Chiriquí, Veraguas, Coclé, Panamá y Colombia, permitió detectar la presencia de una sola banda (monómera) en los electroforegramas o zimogramas. Todas las isoenzimas analizadas mostraron bandas definidas y con posiciones relativas en los geles.

Alfa Esterasa (α Est)

En los geles para esta isoenzima se detectaron bandas monómeras, es decir,

una sola banda para cada aislamiento. El zimograma de esta isoenzima se registró en ambos geles con un coeficiente RF de 0.48 y 0.53 para los aislamientos de Chiriquí, Veraguas, Panamá y Tolima y Esparcidor 2 y coeficiente RF de 0.38 y 0.42 para los aislamientos de Coclé y Esparcidor 1 (Cuadro 2, Figura 1).

Leucin Amino Peptidasa (LAP)

Las bandas obtenidas en ambos geles para esta isoenzima fueron monómeras. Sin embargo, las bandas se detectaron ligeramente esparcidas para todos los aislamientos. El zimograma de los aislamientos de Chiriquí, Veraguas, Coclé y Tolima en ambos geles fue similar con un coeficiente RF = 0.18, para los aislamientos de Panamá y Esparcidor 1, con un coeficiente RF de 0.22 y para el aislamiento Esparcidor 2, el coeficiente RF 0.27 (Cuadro 2, Figura 2).

Manosa-6-fosfatisomerasa (M6P1)

Las bandas detectadas en los geles para esta isoenzima fueron monómeras y ligeramente esparcidas en su recorrido para todos los aislamientos.

El zimograma de todos los aislamientos mostró un coeficiente RF de 0.28 y 0.30 en ambos geles (Cuadro 2, Figura 3).

Hexokinasa (HK)

El recorrido de esta isoenzima en los geles mostró la presencia de bandas monómeras ligeramente esparcidas. El zimograma presentó un coeficiente RF = 0.24 para todos los aislamientos (Cuadro 2, Figura 4).

Fumarasa (FUM)

En ambos geles se observaron bandas monómeras ligeramente esparcidas en su recorrido. El zimograma de todos los aislamientos mostró un coeficiente de RF 0.28 y 0.27 en ambos geles (Cuadro 2, Figura 5).

DISCUSIÓN

El recorrido de las isoenzimas está determinado por la masa, forma y carga de las isoenzimas. La masa de una isoenzima es una función de la longitud del polipéptido, expresado por el número de residuos de aminoácidos; la forma la determina el tipo de aminoácido y la carga, el número de residuos y tipo de aminoácido (Morphy y col., 1990).

Los zimogramas y coeficientes RF obtenidos sugieren que la población de *Rhizoctonia* que afecta el cultivo del arroz en Panamá es heterogénea, pues se presentan variaciones en las cadenas polipeptídicas de las isoenzimas Leucin aminopeptidasa y alfa esterasa. Esto lo sustenta la similitud encontrada en los aislamientos de Chiriquí y Veraguas y el ais-

CUADRO 2. COEFICIENTES RF DE CADA ISOENZIMA EN GELES DE ALMIDÓN.

Aislamiento	Esterasa	LAP	M6PI	HK	FM
Chiriquí	0.48	0.18	0.28	0.24	0.28
Veraguas	0.48	0.18	0.28	0.24	0.28
Coclé	0.38	0.18	0.28	0.24	0.28
Panamá	0.48	0.22	0.28	0.24	0.28
Tolima	0.38	0.18	0.28	0.24	0.28
Esparcidor 1	0.48	0.22	0.28	0.24	0.28
Esparcidor 2	0.40	0.27	0.28	0.24	0.28

lamiento de referencia Esparcidor 2, en el recorrido de cuatro isoenzimas, excepto en Leucin aminopeptidasa; entre los aislamientos de Coclé y el aislamiento de referencia de Tolima, en cuatro isoenzimas, con excepción de la alfa esterasa y entre los aislamientos de Panamá y el de referencia Esparcidor 1 en cuatro isoenzimas con la excepción de Leucin aminopeptidasa.

También podemos establecer que las variaciones detectadas en el país también están presentes en la población de *Rhizoctonia* de Colombia, de donde proceden los aislamientos de referencia. Esta similitud quizás responda al continuo intercambio de germoplasma entre ambos países.

Las variaciones en la población de *Rhizoctonia* ha sido reportada por Bannizas y col. (1999), quienes empleando técnicas moleculares como RFLP re-

portaron que la mayoría de los aislamientos de *Rhizoctonia* obtenidos del suelo producen patrones de RFLP diferentes a los obtenidos en plantas de arroz. También reportaron gran diversidad en los caracteres morfológicos, siendo mayor en los aislamientos logrados a partir de plantas, que en los de suelo.

Finalmente, como los aislamientos de referencia taxonómicamente se habían reportado como *Rhizoctonia solani* podemos asegurar que los aislamientos de Panamá pertenecen a la especie *Rhizoctonia solani*.

CONCLUSIONES

- ✕ Los zimogramas y coeficientes RF obtenidos establecen que los aislamientos de Chiriquí y Veraguas son iguales al aislamiento de referencia Esparcidor 2 para cuatro isoenzimas excepto para Leucin amino-peptidasa.

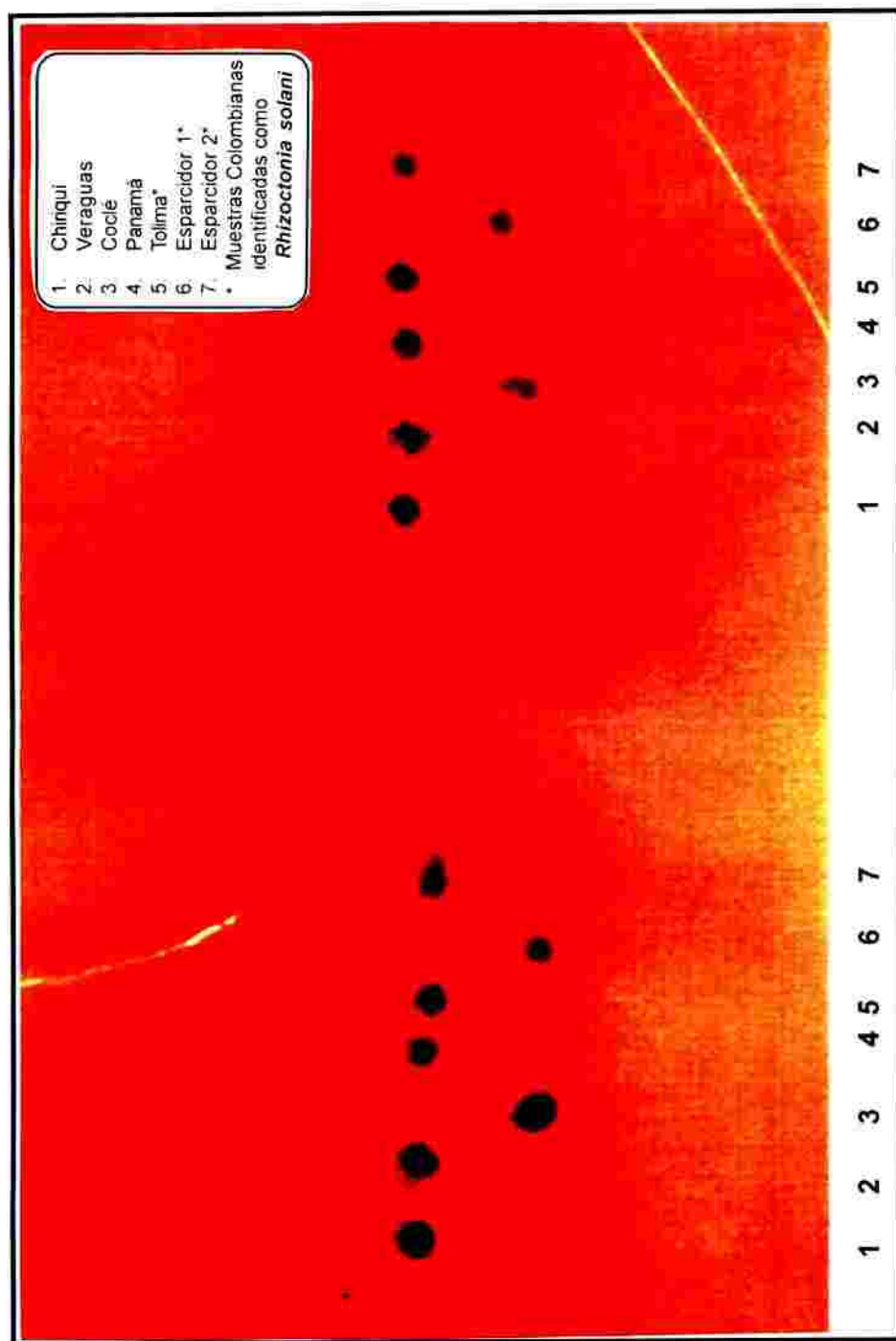


FIGURA 1. ZIMOGRAMA DE GEL DE ALMIDÓN PARA LA ISOENZIMA α ESTERASA (α est).

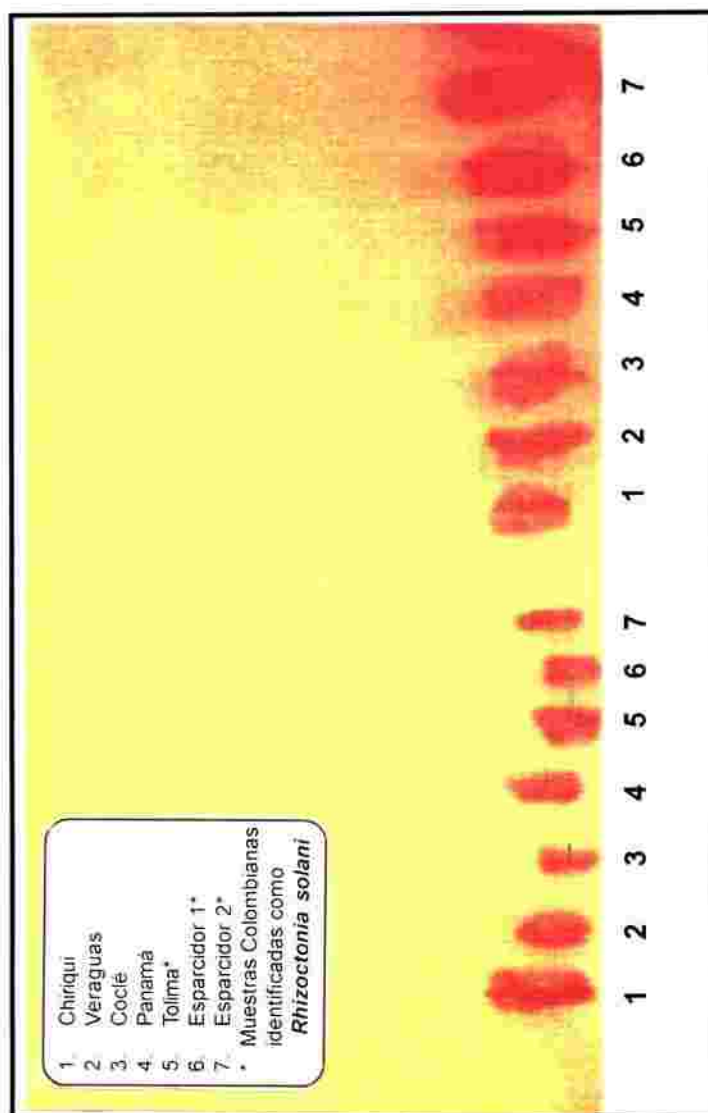


FIGURA 2. ZIMOGRAMA DE GEL DE ALMIDÓN PARA LA ISOENZIMA LEUCINAMINOPEPTIDASA (LAP).

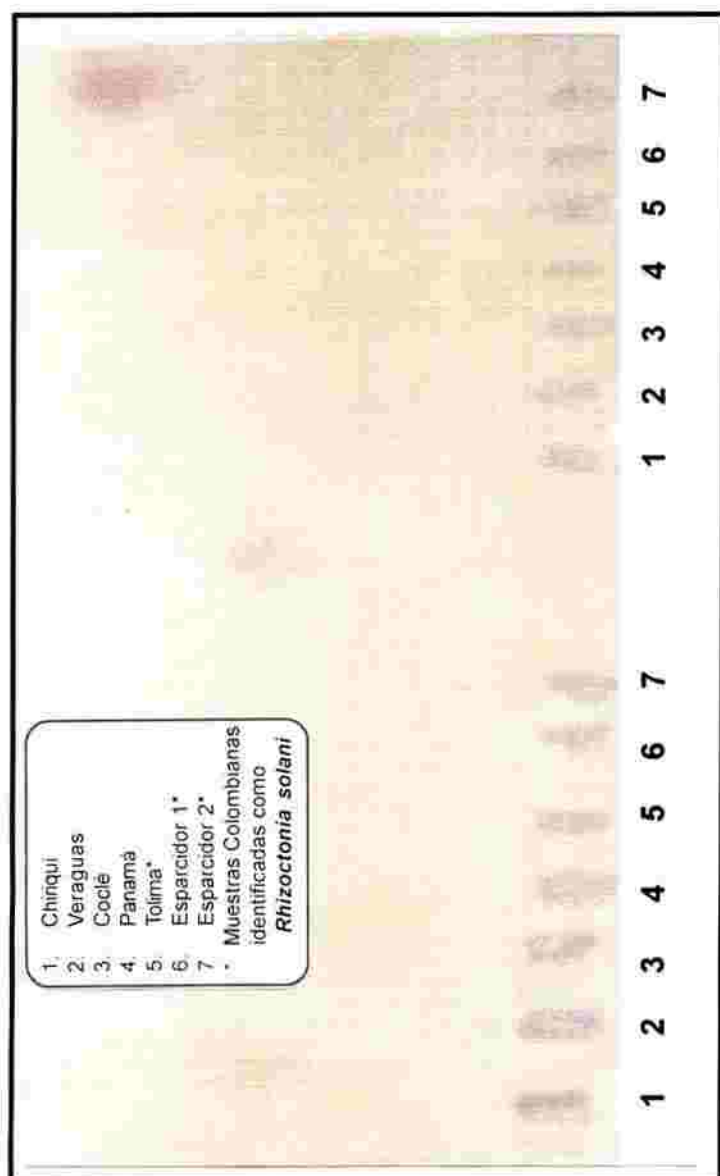


FIGURA 3. ZIMOGRAMA DE GEL DE ALMIDÓN PARA LA ISOENZIMA MANOSA-6-FOSFATO-ISOMERASA (M6PI).

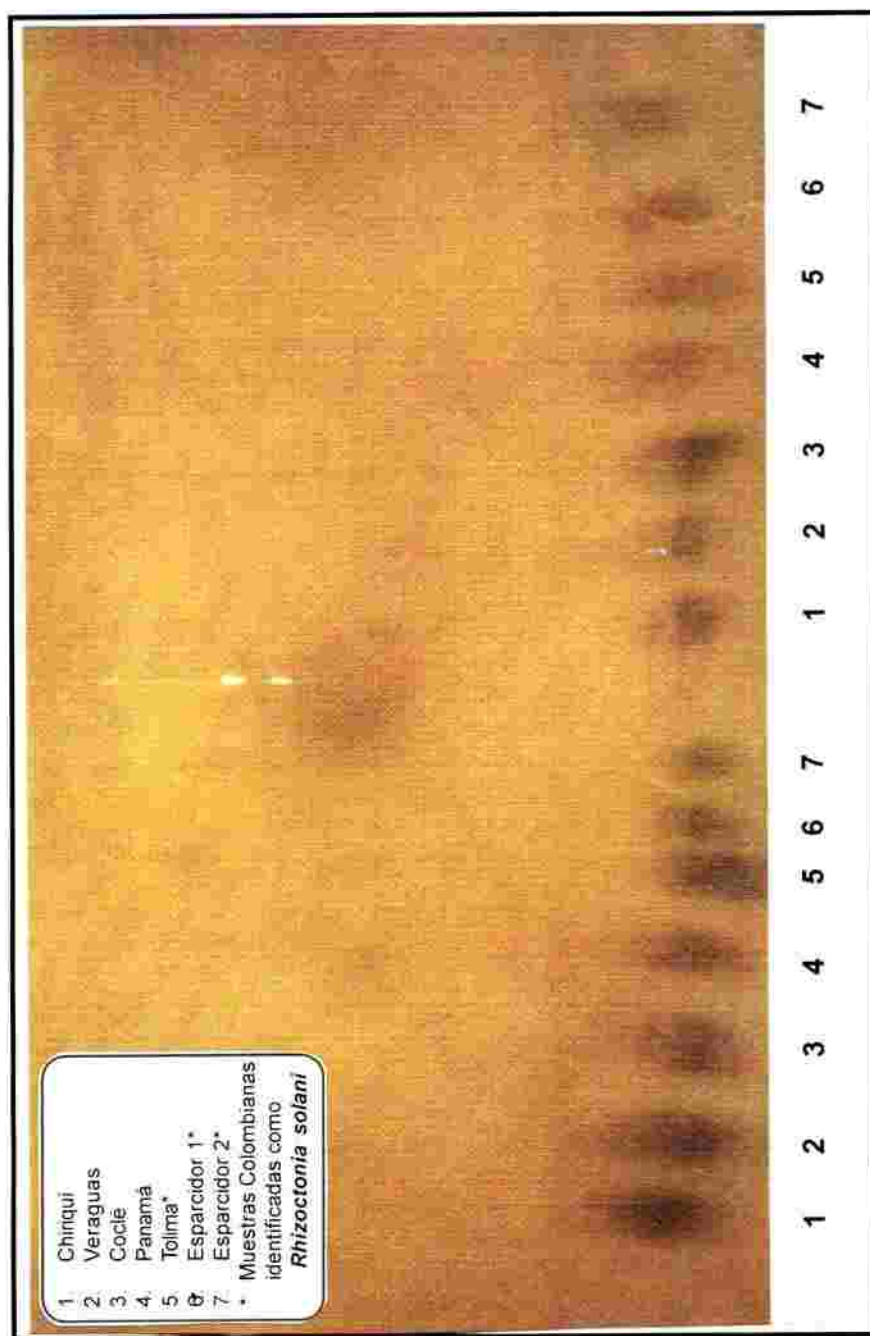


FIGURA 4. ZIMOGRAMA DE GEL DE ALMIDÓN PARA LA ISOENZIMA HEXOKINASA (HK).

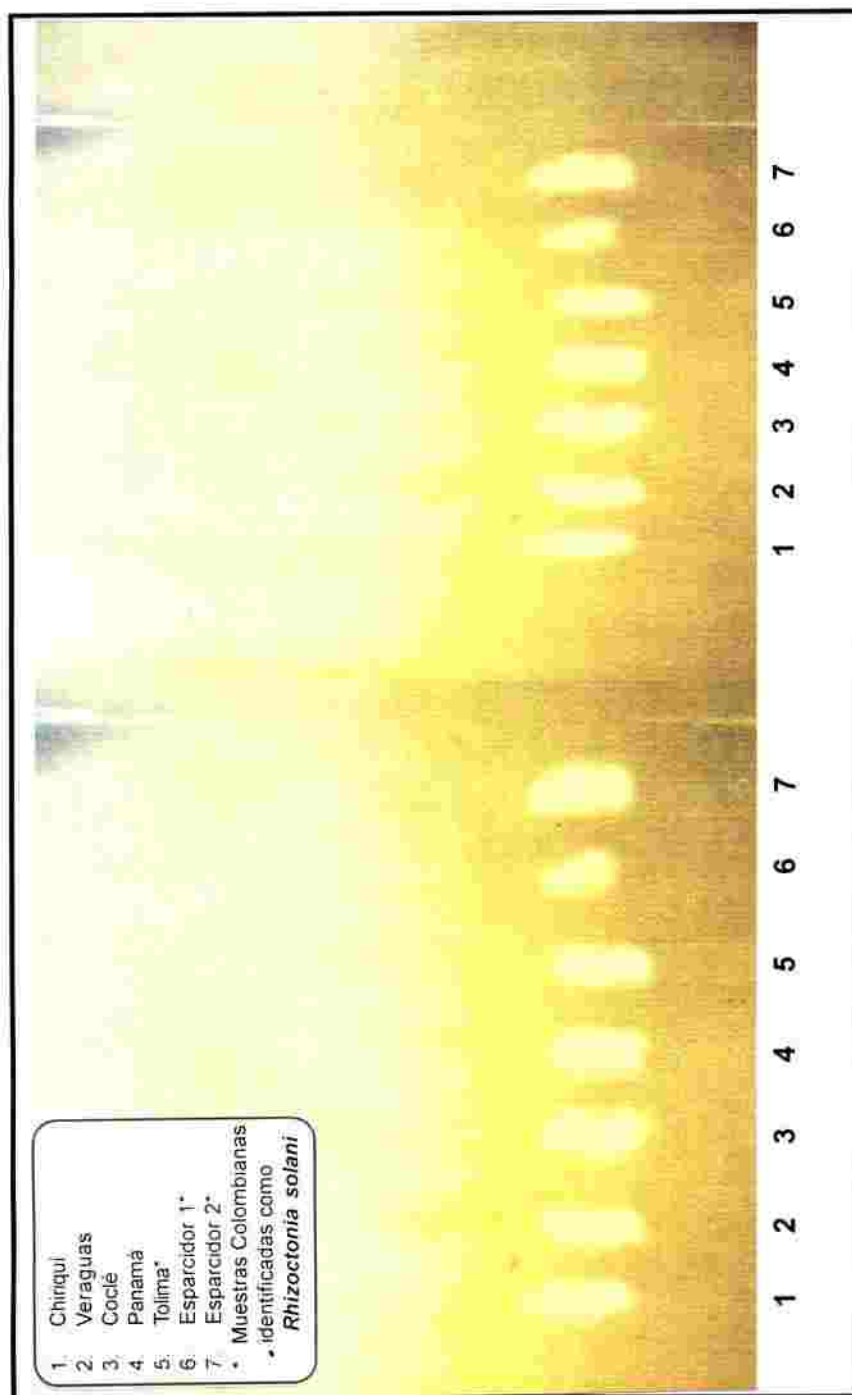


FIGURA 5. ZIMOGRAMA DE GEL DE ALMIDÓN PARA LA ISOENZIMA FUMARASA.

- ✕ Los zimogramas y coeficientes RF de los aislamientos procedentes de Coclé son iguales al aislamiento de referencia Tolima en cuatro isoenzimas, excepto para alfaesterasa.
- ✕ Los zimogramas y coeficientes RF obtenidos para el aislamiento procedentes de la provincia de Panamá son iguales al aislamiento de referencia Esparcador 1 en cuatro isoenzimas excepto para Leucin aminopeptidasa.
- ✕ Las variaciones en las cadenas polipeptídicas de las isoenzimas Leucin aminopeptidasa y alfaesterasa indican la existencia de variantes en la población de *Rhizoctonia*.
- ✕ La igualdad en los zimogramas y coeficientes RF existentes entre los aislamientos de Panamá y de referencia indican que los aislamientos colectados en las zonas arroceras del país pertenecen a la especie *Rhizoctonia solani*.

RECOMENDACIONES

- ◆ Ensayar la detección de otras isoenzimas tales como: diaforasas, betaesterasas, fosfoglucoisomerasas, con el propósito de obtener un mayor polimorfismo que permita establecer diferencias entre los aislamientos.

- ◆ Obtener la isoenzima más poliimórficas en geles de almidón y proceder a ensayar corridas de electroforesis en geles de acrilamida con gradiente de concentración.
- ◆ Ensayar la diferenciación de los aislamientos con técnicas moleculares como: RFLP Y RAPDS.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, V. 1991. Manual de recomendaciones para la producción de Arroz. Dirección de Extensión Agropecuaria. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Panamá, 1 p.
- BANNIZA, S.; SY, A.A.; BRIDGE, P.D.; SIMONS, S.A.; HOLDERNESS, M. 1999. Characterization of population of *Rhizoctonia solani* in paddy rice fields in Cote d' Ivoire. Phytopathology, S.A. Impreso en México, 956 p.
- BREWER, G.J.; SING, F.CH. 1970. An introduction to isozyme techniques. Academic Press, Inc. III fifth Avenue, New York, USA.
- CIAT. 1993. Añublo de la vaina. Métodos de Aislamientos. Cali, Colombia. pp. 2-3.
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. 1991. Censo Agropecuario. Producción Agrícola, Panamá.

- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. 1996. Panamá en Cifras.
- DAVIS, B.J. 1964. Disc electrophoresis. II. Method and application to serum proteins. USA.
- HODGKIN, T. 1991. Potential and limitation of current methodologies for investigating genetic diversity ATSA/IBGPR. Workshop on conservation of plant genetic resources. *In* Genetic diversity and strategies for root and tubers. (ed.) Barbara Becker. Bonn, Germany. pp. 52-60.
- IICA. 1994. Cosechas, molinos y mercados. La economía del arroz en Panamá. Serie Publicaciones Misceláneas. San José, Costa Rica. p. 84.
- MURPHY, R.W.; SITES, W.J.; BUTH, D.G.; HANFLER, C.H. 1990. Protein I: Isozyme Electrophoresis. *In* Plant molecular systematics: molecular approaches by Crowford Daniel J. Ed. by Hillis, D.M. and Moritz, Craig. Sinauer associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA.
- OU, S.H. 1984. Rice Diseases. Commonwealth Micological Institute. Printed in Great Britain by the Cambridge News (Alberystwyth) Ltd.
- SIMPSON, M.J.A; WITHERS, L.A. 1986. Characterization of plant genetic resources using isozyme electrophoresis. A guide to the literature. A technical report commissioned by the IBGPR. Advisory committee on *in vitro* storage. Roma, Italy. p.2.
- VON CHONG, K. 1994. Pudrición de la vaina del arroz. 5ª Jornada Agropecuaria. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Divisa. 75 p.

ANÁLISIS DE EPIFITIAS DEL PRSV-W EN PARCELAS DE MELÓN TRATADAS CON INSECTICIDAS Y COBERTURA REFLECTIVA PLATEADA EN AZUERO. 1997.

Kilmer Von Chong¹; Orencio Fernández²; Juan Carlos García³

RESUMEN

Para una mejor comprensión del efecto de insecticidas de acción específica y general, aceite agrícola y cobertura reflectiva sobre las epifitias del virus de la Mancha anillada de la papaya - raza de las cucurbitáceas PRSV-W se monitoreó semanalmente (enero-marzo 1997) la incidencia del PRSV-W, identificada con la prueba ELISA y dos veces por semana las poblaciones de áfidos alados y ápteros en follaje de melón sembrado en la Estación Experimental del IDIAP en La Villa de Los Santos. Los tratamientos evaluados fueron aceite agrícola, cobertura reflectiva plateada, insecticida pymetrozina, mezcla aceite agrícola y pymetrozina, y el testigo regional (insecticidas organofosforados, carbamato, piretroides alternados semanalmente). Se encontraron diferencias altamente significativas para la incidencia de PRSV-W y poblaciones de áfidos alados ($P < 0.0007$ y $P < 0.0013$). Los mejores rendimientos se obtuvieron con la mezcla de aceite agrícola pymetrozina y el promedio más bajo de incidencia de virosis con la cobertura reflectiva. Los modelos que mejor explicaron las curvas de incidencia de PRSV-W fueron logístico y Gompertz. El coeficiente de determinación para la mezcla de aceite agrícola-pymetrozina fue $R^2 = 0.990$ ($P < 0.0001$). La tasa de infección aparente TIA fue de 0.187 y la máxima tasa de crecimiento $dy/dt = 53.24\%$ se detectó entre los 34 y 48 días después de la siembra (dds). El área bajo la curva de progreso de enfermedad ABCPE fue de 482.9. El incremento en producción obtenido al comparar el ABCPE y los rendimientos del testigo regional y la mezcla aceite agrícola pymetrozina fue de 38.13%. El manejo eficiente de las enfermedades policíclicas implica reducir la población inicial del vector y las fuentes de inóculo primario para bajar la tasa de incremento de la infección.

PALABRAS CLAVES: Epifitias; PRSV-W; melón.

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

² Ph.D., Virología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). + agosto de 2003.

³ Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.

ANALYSIS OF PRSV-W EPIPHYTIES IN TREATED PLOTS OF MELON WITH INSECTICIDES AND REFLECTIVE SILVER COVERING IN PANAMÁ- AZUERO, 1997.

For a better understanding of the effects of agricultural oil; reflective silver covering, insecticide pymetrozina mix with agricultural oil pymetrozina alone, and a regional treatment (organofosphate, carbonate and pyrethroids, insecticides alternate every week) on epiphytias of PRSV-W. The incidence of plants affected by PRSV-W was weekly assessed and detected with ELISA test, and twice a week was estimated the population of winged and wingless aphids in the foliage of melon plots at the experimental station of IDIAP, located in "Villa de Los Santos" from January to March of 1997. The data analyzed showed highly significant differences within treatments in virus incidence and population of winged aphids ($P < 0.0007$ and $P < 0.0013$). The best yields were obtained with the mixture of agricultural oil pymetrozina and the lowest virus incidence with the reflective silver covering. The models that better explained the virus incidence curves were logistic and Gompertz models. The agricultural oil pymetrozina treatment has a coefficient of determination of $R^2 = 0.990$ ($P < 0.0001$), the rate of apparent infection was of 0.187 and the maximum rate of growth ($dy/dt = 53.24\%$) was detected between 34 and 48 days after sowing and the area under disease progress curves was AUDPC = 482.9. The increment in production when comparing the AUDPC of the regional and the agricultural oil - pymetrozina treatments was 38.13%. The efficient management of polycyclic virus diseases required reduction of the initial population of the vector and the sources of initial inoculum, to lower the rate of disease increment.

KEYWORDS: Epiphytias; PRSV-W; melon.

INTRODUCCIÓN

En la región de Azuero, en las décadas de los 80's y 90's se incrementó la intensidad de las enfermedades virales en hortalizas como consecuencia directa del aumento en la superficie cultivada y el uso masivo e indiscriminado de insecticidas.

En Panamá, las enfermedades virales del melón son causadas por virus tales como el del mosaico del pepino (CMV), el del mosaico amarillo del zucchini (ZYMV), el del mosaico 2 de la sandía (WMV-2) y el de la mancha anillada de la

papaya - raza de los cucurbitáceas (PRSV-W). Este último es el virus con mayor prevalencia en el país (Von Chong y col., 1996).

La compañía Agrofruit informó rechazos de hasta un 40% de la producción de melones por causa de las virosis (Agr. Antúñez, GANTRAP, comunicación personal).

Tradicionalmente, los productores tratan de controlar los vectores de virosis con aplicación de insecticidas de forma intensiva y calendarizada en un período de producción caracterizado por siembras

continuas, sin aplicar estrategias de protección vegetal, tales como la eliminación de residuos de cosecha, uso de barreras vivas, aplicación de repelentes, aceites agrícolas, eliminación de hospederos alternos y empleo de coberturas reflectivas. Las coberturas reflectivas con superficies similares a láminas de aluminio o plástico gris reducen el número de áfidos que llegan al cultivo y los índices de incidencia de virosis (Loebenstein y col., 1975; Wyman y col., 1979). Las coberturas reflectivas tipo aluminio han demostrado ser más efectivas que el plástico gris (Loebenstein y col., 1980), posiblemente debido a su alto nivel de reflectividad.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de las epifitias del virus de la mancha anillada de la papaya (PRSV-W) en parcelas tratadas con insecticidas de acción específica y general y coberturas reflectivas en el cultivo de melón en Azuero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental de Investigación Agropecuaria "Ing. Germán De León", IDIAP, en Los Santos, durante los meses enero a marzo de 1997. El diseño experimental de campo fue de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La parcela experimental tenía una superficie de 500 m² y las unidades experimentales de 20 m².

Los tratamientos evaluados fueron: aceite agrícola ("carrier") a dosis de producto comercial, 1% volumen/volumen; cobertura reflectiva tipo aluminio, complementada con aplicaciones de insecticidas a partir de 32 días después de germinación (ddg); insecticida pymetrozina ("chess") a dosis de producto comercial de 1 kg/ha y la mezcla aceite agrícola + pymetrozina a dosis de producto comercial de 1% volumen/volumen + 1 kg/ha y el testigo regional (insecticidas, carbamatos, piretroides, organofosforados, aplicados semanalmente en forma alternada).

El material genético utilizado fue "Honey Dew Tam Dew Improved", sembrado a 1.60 m entre surcos y 0.20 m entre plantas. La fertilización se realizó con una aplicación basal de abono completo y fertirrigación a dosis de 309 kg de N/ha; 173 kg de P₂O₅/ha; y 86 kg de K/ha. El nitrógeno se fraccionó en tres aplicaciones. El riego se hizo por goteo a un volumen de 4 litros/hora con una frecuencia de dos días. Las malezas se controlaron en forma manual. Se realizó poda de guías a los 48 días después de siembra (dds), a 1.25 m de la línea de siembra.

La población de áfidos alados se monitoreó colocando en el centro de cada repetición, trampas amarillas tipo Moericke con agua, jabón líquido (1-2 ml) y formaldehído al 1% (Apablaza y col., 1990).

Los tratamientos se asperjaron con bomba de mochila con base en los índices

de poblaciones de áfidos alados y ápteros. Los insecticidas se aplicaron a un índice de 1.5 áfidos alados/hoja/planta y el aceite agrícola a niveles de cinco alados o 50 ápteros/hoja/planta. En el testigo regional los insecticidas se aplicaron semanalmente en forma calendarizada. Los insecticidas en el tratamiento cobertura reflectiva se aplicaron con un índice de cinco áfidos alados o 50 ápteros/hoja/planta.

Mediante muestreos semanales se estimó la incidencia de plantas con síntomas de virosis cada siete días, a partir de plántulas con hojas verdaderas hasta inicio de fructificación en forma visual, empleando láminas a colores publicadas por Blancard y col. (1991) y Zitter y col. (1996).

Los datos de incidencia se analizaron mediante ecuaciones transformadas para los modelos logísticos ($\ln y/1-y$); monomolecular ($\ln 1/1-y$) y Gompertz [$\ln(-\ln y)$]. La selección de los modelos a utilizar se realizó mediante análisis de regresión de mínimos cuadrados entre las variables; incidencia y tiempo (t) para cada modelo. El mayor coeficiente de determinación (R^2) obtenido, determinó el modelo a utilizar (Madden, 1980). Para cada tratamiento se calculó el área bajo la curva de progreso de enfermedad (ABCPE), la tasa de infección aparente (TIA) y la máxima tasa de incremento (dy/dt). Se graficaron los datos de incidencia de virosis por día después de siembra. También se graficó el ABCPE de los trata-

mientos testigo relativo, el mejor tratamiento contra sus rendimientos.

RESULTADOS

La curva de progreso de la incidencia de virosis muestra que ésta tendió a aumentar a medida que avanzó el ciclo del cultivo y alcanzó el 100% de plantas infectadas a los 62 dds. Adicionalmente, muestra que el tratamiento cubierta reflectiva demoró el inicio y desarrollo de la epidemia de PRSV-W hasta el estadio de floración e inicio de fructificación (Figura 1).

El análisis de varianza de los datos de incidencia de virosis mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0007$). Los promedios de incidencia del PRSV-W y los rendimientos por tratamiento ordenados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan indican que los promedios más bajos de incidencia de virosis se lograron con el tratamiento cobertura reflectiva y los mejores promedios de rendimiento con la mezcla aceite + insecticida pymetrozina, seguido por los tratamientos aceite agrícola e insecticida pymetrozina (Cuadro 1).

Los modelos que mejor explicaron las epifitias (curvas de progreso de incidencia de virosis) fueron el logístico para los tratamientos aceite agrícola y testigo regional y Gompertz para los tratamientos pymetrozina, cobertura reflectiva y la mezcla aceite agrícola + insecticida pymetrozina. La mayor ABCPE se logró en

CUADRO 1. PROMEDIOS DE INCIDENCIA DE VIROSIS Y RENDIMIENTOS POR TRATAMIENTOS EVALUADO ORDENADOS MEDIANTE LA PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN. AZUERO. 1997.

Tratamientos	Promedio de incidencia de virosis	Rendimiento Promedio (cajas/ha)
Insecticida Chess (pymetrozina)	57.06 a	2452 a b
Cobertura reflectiva	39.54 b	1639 b
Aceite agrícola+ pymetrozina	52.84 a	2711 a
Aceite agrícola	53.24 a	2479 a b
Testigo regional	59.86 a	1802 b

Promedios de la misma columna con letras iguales no difieren entre sí ($P = 0.05$).

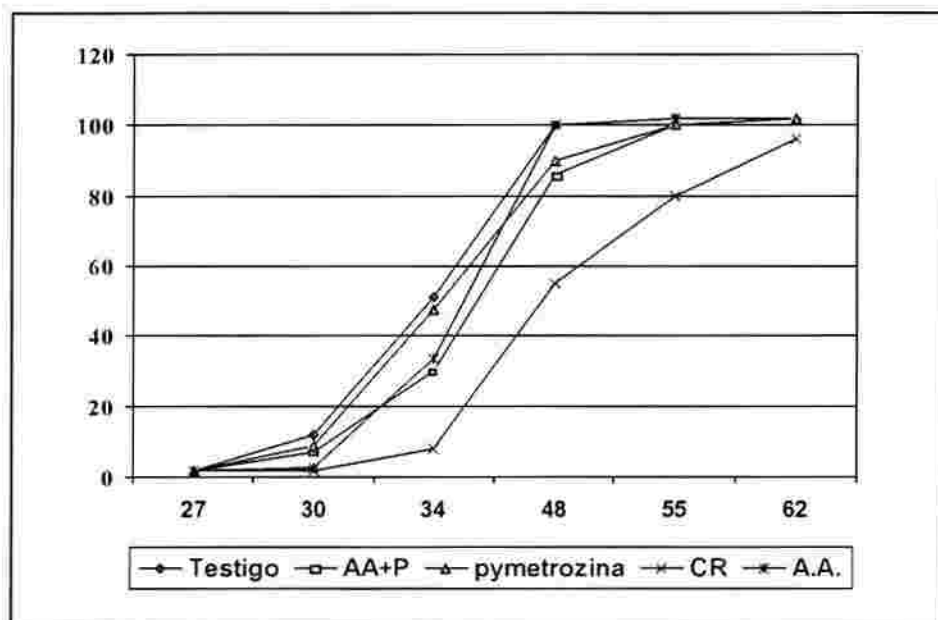


FIGURA 1. CURVA DE PROGRESO DE LA INCIDENCIA DE PRSV-W EN ENSAYO DE MELÓN. AZUERO 1997.

(AA+P = ACEITE AGRÍCOLA + PYMETROZINA; CR= COBERTURA REFLECTIVA; AA= ACEITE AGRÍCOLA).

los tratamientos aceite agrícola + insecticida pymetrozina, seguidos por aceite agrícola y cobertura reflectiva (Cuadro 2).

El incremento de producción estimada con la reducción de la incidencia de virosis empleando los datos de rendimientos y del ABCPE de las epifitias registradas con el tratamiento (mezcla aceite agrícola carrier + pymetrozina) y el testigo regional fue de 33.53% (Figura 2).

DISCUSIÓN

Este estudio permite afirmar que en el área de Azuero, la velocidad de establecimiento de las epidemias del PRSV-W en el melón se incrementa a medida que avanza la temporada del cultivo y, por consiguiente, la disminución de los rendimientos es mayor en parcelas que sufren infecciones virales en estadios fenológicos iniciales, comparadas con infecciones en estadios posteriores al inicio de floración. Las infecciones tardías permiten lograr rendimientos superiores a los que se pudieran obtener con infecciones en estadios iniciales del ciclo del cultivo. Adicionalmente, se puede establecer que la menor ABCPE no es sinónimo de mejores rendimientos o menor incidencia de enfermedad.

La descripción matemática de las epifitias mediante el modelo logístico, indica que éstas son de tipo policíclico (Madden, 1980) durante una estación de cultivo. En este tipo de epidemias, la

máxima tasa de incremento de la virosis aumentó en función del tamaño de la población del vector, la eficacia de la población del vector para transmitir virus y la proporción del tejido vegetal disponible.

El modelo logístico describió las epifitias registradas en los tratamientos con insecticidas con modo de acción general. Estos insecticidas se caracterizan por no matar en forma instantánea y los áfidos intoxicados experimentan, antes de morir, un aumento en la actividad alimentaria (Lastra, 1987a y b). En el período previo a la muerte, los áfidos pueden adquirir y transmitir el virus, de modo que el progreso de la enfermedad se incrementa en forma similar o más rápida que cuando no se aplican insecticidas. Estos resultados coinciden con los documentados por Gray y col. (1986) y Von Chong y col. (1996), quienes indicaron que las epifitias del virus del mosaico 1 de la sandía se ajustan al modelo logístico.

La descripción matemática de epifitias virales mediante el modelo de Gompertz, se asocia a enfermedades policíclicas en que la tasa máxima de incremento ocurre en los primeros estadios fenológicos del cultivo. El modelo de Gompertz se ajustó a las epifitias registradas en los tratamientos en que se aplicó insecticida con modo de acción directa sobre el sistema nervioso e inhibición del comportamiento alimentario al afectar el sistema nervioso de la bomba de saliva de los áfidos, y el tratamiento de cobertura

CUADRO 2. MODELOS MATEMÁTICOS AJUSTADOS A LAS CURVAS DE PROGRESO DE LA INCIDENCIA DE VIROSIS; COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN; PROBABILIDAD DE F, TASA DE INFECCIÓN APARENTE, MÁXIMA TASA DE INCREMENTO Y ÁREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DE ENFERMEDADES POR TRATAMIENTO. AZUERO 1997.

Tratamiento	Modelo	R ²	Pr> F	TIA	dy/dt (%)	ABCP E
Insecticida Chess - pymetrozina)	Gompertz	0.990	0.0001	0.187	41.6	422.2
Cobertura reflectiva	Gompertz	0.986	0.0001	0.119	46.5	476.8
Aceite agrícola + pymetrozina	Gompertz	0.992	0.0001	0.172	53.14	482.9
Aceite agrícola	Logístico	0.936	0.0015	0.335	51.8	479.1
Testigo regional	Logístico	0.964	0.0005	0.333	42.8	435.5

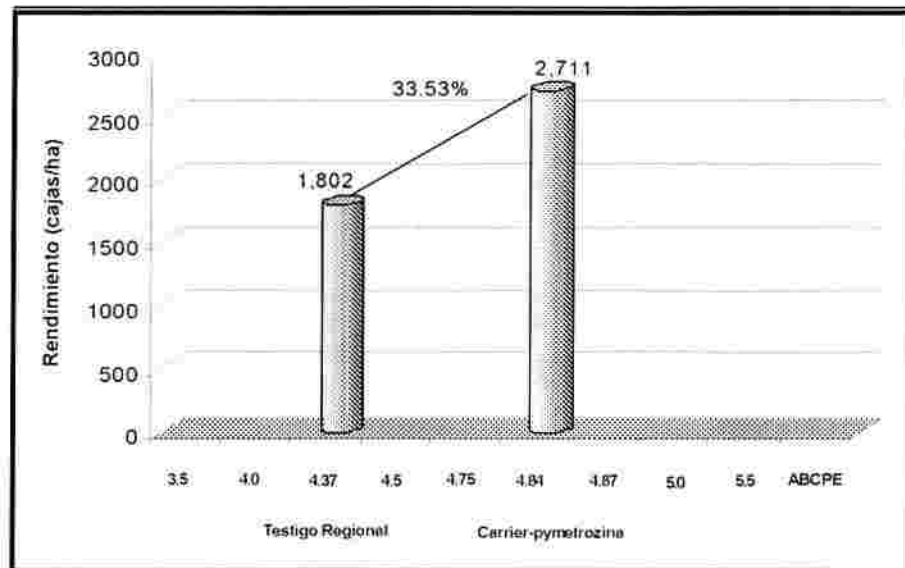


FIGURA 2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL RENDIMIENTO Y EL ÁREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DEL PRSV-W EN ENSAYO DE MELÓN. AZUERO, 1997.

reflectiva, que modificó el vuelo del vector y produjo una repelencia directa de los áfidos durante los primeros 23 dds, cuando la reflexión de la luz solar no está reducida por el follaje del cultivo. Tresh (1984) indicó que el modelo de Gompertz se ajusta a epifitias en que se aplican productos que modifican el comportamiento alimentario y vuelo de los insectos vectores. En México, Mora y Teliz (1987) y en El Salvador, Rivas - Platero y Larios (1994) encontraron que las epidemias de PRSV-W se ajustan al modelo de Gompertz.

En términos de manejo de las enfermedades policíclicas, los resultados obtenidos se pueden explicar mediante principios documentados por Fry (1982), quien indicó que, a través de la reducción el inóculo inicial y/o limitación de la tasa de incremento de la enfermedad, se puede lograr suprimir eficientemente el desarrollo de una epidemia. En resumen, los modelos logísticos y de Gompertz describen epifitias policíclicas. El PRSV-W es un virus del grupo de Potyvirus, transmitido por insectos vectores en forma no persistente en múltiples ciclos por temporada de cultivo.

También se puede indicar que es posible estimar el incremento de la producción o en su defecto, pérdidas en rendimiento, a través de la tabulación del ABCPE y los rendimientos.

Finalmente, la información generada permite establecer que es posible re-

ducir la intensidad de las epifitias, retardando el desarrollo de las epidemias más allá del período crítico, con la ayuda de repelentes tipo extractos de ajo, cobertura reflectiva, aceites agrícolas (carrier - aceite de pescado), reducir la población inicial del vector con la aplicación de insecticidas como la pymetrozina y eliminar las fuentes de inóculo primario (residuos de cosecha, plantas voluntarias, malezas hospederas, etc.), medidas que en su conjunto disminuyen la tasa de incremento de la infección (Von Chong y col., 1996).

CONCLUSIONES

- ⊗ Los niveles más bajos de incidencia de virosis se lograron con el tratamiento cobertura reflectiva y aceite agrícola carrier + insecticida pymetrozina.
- ⊗ El modelo logístico explica mejor la epifitia del PRSV-W en los tratamientos de insecticidas con modo de acción general.
- ⊗ El modelo de Gompertz explica mejor la epifitia del PRSV-W en los tratamientos de insecticidas con modo de acción directa sobre el sistema nervioso e inhibición del comportamiento alimentario y modificación del vuelo del vector.
- ⊗ La comparación del área bajo la curva de progreso de enfermedad y los rendimientos de los tratamientos aceite agrícola carrier + insecticida

pymetrozina y el testigo regional demuestran el logro de un incremento en producción del 33.53%.

BIBLIOGRAFÍA

- APABLAZA, J.U.; LA TORRE, B.A.; VANGHAN, M.A.; AGUILAR, P.G. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de Manejo Integrado. Santiago, Chile. pp. 345-346.
- BLANCARD, D.; LECOQ, H.; PITRAT, M. 1991. Enfermedades en las cucurbitáceas. Observar, identificar, luchar. Edición Española. Mundi Prensa. 301 p.
- FRY, E.W. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press. USA. 378 p.
- GRAY, S.M.; MOYER, J.W.; KENNEDY G.G.; CAMPBELL, C.L. 1986. Virus-suppression and aphid resistance effects, spatial and temporal spread of water melon mosaic virus. *Phytopathology* 76:1264-1259.
- LASTRA, R. 1987a. Transmisión de virus por insectos. *En* Cursos de áfidos. Artículo selecto sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centro América. Panamá.
- LASTRA, R. 1987b. La virología vegetal en el contexto del manejo integrado de plagas. *En* Fundamentos y Componentes del MIP. San Salvador, El Salvador. Artículo selecto del curso de filosofía y componentes del MIP. J.F.Larios C. (ed.) CATIE. Serie Técnica Infor. Tec. 136: 82-91.
- LOEBENSTEIN, G; ALPER, M; LEVY, S; PALEVITCH, D; MENAGEM, E. 1975. Protecting peppers from aphid-borne viruses with aluminum foil or plastic mulch. *Phytoparasitica* 3: 43-53.
- LOEBENSTEIN, G.; RACCAH, B. 1980. Control of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. *Phytoparasitica* 8: 221-235.
- MADDEN, L.V. 1980. Quantification of disease progression. *Protection Ecology* 2: 159-176.
- MORA, G.; TELIZ, D; 1987. Incidencia de la mancha anular de la papaya en Veracruz. *En* Curso Nacional de Fitopatología (XIV, 1987) Morelia, Mexico. 10 p.
- RIVAS PLATERO; LARIOS, J.F 1994. Epidemiología del virus de la mancha anular del papayo (UMAP) en Zapotitán, El Salvador. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 32: 5-7.
- TRESH, J.M. 1984. Progress Curves of plant virus diseases. *Adv.appl. Biol.* 8: 1-85.

VON CHONG, K; FERNÁNDEZ, O; OSORIO, N.; GONZÁLEZ, A. 1996. Estudio epidemiológico del virus de la mancha anular de la papaya Raza W en melón. Resumen. Encuentro Científico. IDIAP. Agosto 1997.

WYMAN, J.A.; TOSCANO, N.C; KIDOK, A.; JOHNSON, H.; MAYBERRY, K.S. 1979. Effects of mulching on the speed of aphid-transmitted wattermelon Mosaic virus to summer squash. J. Econ. Ent. 72: 139-412.

ZITTER, T.A.; HOPKINS, D.L.; THOMAS, C.E. 1996. Compendium of cucurbit diseases. The American Phytopathological Society. pp.37-45.

FUNGICIDAS CÚPRICOS PARA EL MANEJO QUÍMICO DEL OJO DE GALLO (*Mycena citricolor*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ. 1999.

CUPRIC FUNGICIDES FOR THE CHEMICAL HANDLING OF THE *Mycena citricolor* IN THE COFFEE. 1999.

Rodrigo A. Morales A.¹

INTRODUCCIÓN

En la zonas cafetaleras de Panamá y Centro América se han registrado pérdidas considerables en la producción comercial de grano de café, estimadas en más del 50%, debido a la enfermedad conocida como "ojo de gallo", causadas por el hongo *Mycena citricolor* (Eche-verri y Zamora, 1993).

Esta enfermedad se presenta con numerosas lesiones en las hojas, más o menos circulares, de 5 a 15 mm de diámetro y de color gris; los bordes son bien definidos y se presentan tanto en el haz como en el envés de las hojas. Las lesiones también se pueden presentar en los brotes tiernos, tejidos de las ramas y en los frutos de café. En los últimos, las lesiones son similares, pero pueden ser hundidas hacia el interior de la pulpa (ANACAFÉ, 1995).

En estados avanzados de desarrollo del hongo, aparecen los basidiocarpos sobre las lesiones, que son los cuerpos fructíferos sexuales del patógeno. Sin embargo, la principal fuente de inóculo son pequeños cuerpos fructíferos a-sexuales, conocidos como "cabezuelas", que poseen un tallo alargado con una pequeña cabeza. En estos cuerpos se da la gemación por fragmentación del micelio (Alexopoulos y Mims, 1985; Guharay y col., 2000)

¹ Ing Agr., M.Sc. Fitopatología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).
e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

M. citricolor es considerado un hongo pectinolítico, ya que posee enzimas que degradan las pectinas de la pared celular. Esto provoca defoliación de hojas y caídas de frutos, por el incremento en la producción de etileno, que a su vez activa las enzimas pectinasas y celulasas que destruyen los pectatos y la celulosa de la lámina en la zona de abscisión (Goodman y col., 1986).

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son: alta humedad relativa, temperatura relativamente baja ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) y las plantaciones de café con abundante sombra, malezas y sin un buen manejo de tejidos foliares (conocido como podas). Frecuentemente, las pérdidas que produce son considerables en las plantaciones donde se favorece el desarrollo del patógeno, como laderas poco iluminadas, cercanas a riachuelos o tomas de agua.

El manejo químico de la enfermedad se contempla como un complemento a un buen manejo agronómico de las plantaciones, dentro del contexto de manejo integral del cultivo. En Costa Rica, se ha recomendado el uso de fungicidas cúpricos, obteniendo resultados satisfactorios (Picado y Ramírez, 1998). Sin embargo, actualmente muchas formulaciones comerciales no están disponibles y con otras no se obtienen los resultados esperados.

El Caldo Bordelés, producto que resulta de la reacción entre el sulfato de

cobre y el hidróxido de calcio (cal), es el fungicida con cobre que más se utiliza en todo el mundo. Controla la mayoría de las manchas foliares bacterianas y fungosas, pero ocasiona la quemadura de las hojas de vegetales cuando se aplica en climas húmedos y fríos, sobre todo en plantas jóvenes que muestran un crecimiento activo (Agrios, 1997).

El objetivo del estudio consistió en estimar la eficacia biológica de los nuevos fungicidas cúpricos para el manejo químico del hongo *M. citricolor*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo para estimar la eficacia biológica de fungicidas cúpricos para el manejo químico de *M. citricolor*, se estableció en la finca cafetalera La Florentina, ubicada en la localidad de Paso Ancho, distrito de Bugaba, provincia de Chiriquí, Panamá. Esta importante zona de producción de café para la exportación hacia el mercado de los Estados Unidos, se encuentra a una altitud que supera los 1.400 msnm. El ensayo se realizó durante el período marzo a julio de 1999.

La parcela seleccionada consistió de árboles sin podar, variedad Caturra, que adicional a la zona cafetalera con temperaturas moderadas y con alta humedad atmosférica, constituyeron las condiciones ideales para el desarrollo de hongos.

Los fungicidas y dosis aplicados en campo, a razón de 200 lt de agua (con equipos de bajo volumen) fueron los siguientes:

Oxicloruro de Cobre

1. Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c.
2. Cuproflow Caffaro 25 SC, 1.0 lt p.c.
3. Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c. + Clorotalonil 82.5, 1.0 kg p.c.
4. Cuprocaffaro 50 WP, 1.5 kg p.c.
5. Cuprocaffaro 50 WP, 1.0 kg p.c.
6. Champion (testigo local), 1.0 kg p.c.

Caldo Bordelés

1. Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c.
2. Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.5 kg p.c.

El diseño estadístico que se utilizó fue el de Bloques Completos al Azar con muestreo y tres repeticiones. Este diseño está basado en el análisis de las muestras tomada al azar de cada unidad experimental (árbol de café), cuyos resultados poseen valiosa información sobre la variabilidad entre las muestras, entre

las unidades experimentales y entre los tratamientos. Con este diseño, debe evitarse promediar los resultados del muestreo para atribuir a la unidad experimental este valor (García y Eldredge, 1996).

La unidad experimental constó de 12 árboles de café y la parcela efectiva, de los dos árboles centrales. Cada uno de los dos árboles centrales se dividió en cuatro bandolas del estrato medio (una por punto cardinal) y en cada una se realizaron, cada dos semanas, lecturas de incidencia (en porcentaje) de infección foliar causada por *M. citricolor*.

En esta prueba se efectuaron seis lecturas por tratamiento. Los valores registrados de incidencia de la enfermedad fueron utilizados para calcular el Área Baja la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC), como parámetro de eficacia biológica y fue la base para los análisis estadísticos respectivos (Campbell y Madden, 1990; Morales, 2000).

La severidad (lesiones esporuladas del total de lesiones por bandola por árbol) se evaluó utilizando la siguiente escala:

Números de lesiones esporuladas /hoja	Infección (%) (Series)	Promedio de infección (Fórmula del Elanco)
0	0	0.0
1-5	1-3	2.0
6-10	4-6	5.0
11-14	7-12	9.5
15-17	13-25	19.0
18-20	26-50	38.0

Se estimó el valor promedio de series establecidas o infección (cuerpos fructíferos por lesión), que consistió en el valor promedio de los rasgos porcentuales de infección (Fórmula del Elanco). Para el caso del "ojo de gallo", se consideró el promedio de 20% de severidad por árbol para la toma de decisión de aplicaciones de los fungicidas cúpricos (Zadok y Schein, 1979).

Adicionalmente, debido a la variedad utilizada en el ensayo, así como al manejo agronómico existente y a las condiciones de altas precipitación pluvial, se evidenció la presencia de los hongos fitopatógenos *Phoma* sp. y *Colletotrichum* sp., por lo tanto, se procedió a evaluar su severidad en el tiempo.

Se realizó el análisis económico de acuerdo a la metodología de presupuestos parciales de costos variables, limitándose únicamente al cálculo de los costos de aplicaciones de los fungicidas (CIMMYT, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de variancia reflejó diferencias significativas en la fuente de variación de fungicidas ($P < 0.01$), indicando que los valores promedios del AUDPC varían entre sí, por efecto de los fungicidas cúpricos aplicados a los árboles de café (Cuadro 1). La inclusión de la fuente de variación de las bandolas por punto cardinal (unidad de muestreo), sugiere que para la evaluación de fungicidas para el manejo del hongo *M. citricolor*, bajo las condiciones que prevalecieron en este estudio, es recomendable estratificar en bandolas el árbol de café como sub-unidades de muestreo.

Asimismo, al resultar significativa la prueba de F para bloques, es reflejo de que la estratificación del campo en bloques, logró disminuir sustancialmente el error experimental.

En el Cuadro 2 se muestran los valores promedios del AUDPC calculados en la prueba de eficacia biológica de

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANCIAS RESULTANTE DE LA PRUEBA DE EFICACIA BIOLÓGICA DE FUNGICIDAS CÚPRICOS PARA EL MANEJO DE *M. citricolor*. PANAMÁ.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio
Bloques	2	5396.43**
Fungicidas	7	293.60**
Error experimental	14	78.73
Error de muestreo	72	75.56
Total	95	

fungicidas cúpricos para el manejo del patógeno *M. citricolor*. Consideramos pertinente señalar que a mayor valor del AUDPC, mayor fue la intensidad de la enfermedad (Morales, 2000).

Con las aplicaciones del fungicida Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c./200 lt de agua, se registró el menor valor promedio del AUDPC con 1433, cuya eficacia para suprimir la infección por el *M. citricolor* fue similar a las aplicaciones de la mezcla de Clorotalonil 82.5 + Cuproflow Caffaro 25 SC, Cuproflow Caffaro 25 SC, 1.0 lt p.c./ 200 lt de agua, con valores promedios respectivos del AUDPC de 1657 y 1774 (Figura 1).

Además, el fungicida Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c. fue estadísticamente superior, en términos del valor del AUDPC calculado (menores valores del AUDPC) al Bordeaux Caffaro 20 WP,

1.5 kg p.c. y a los fungicidas cúpricos Cupro-caffaro 50 WP, 1.5 kg p.c., Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c., Champion (testigo local), 1.0 kg p.c. y al Cuprocaffaro 50 WP, 1.0 kg p.c. (C.V.= 20.59%).

Biológicamente, con la mezcla de los fungicidas Clorotalonil 82.5 + Cuproflow Caffaro 25 SC, se suprimió eficientemente el desarrollo de epidemias de la enfermedad del "ojo de gallo". Además, suprimió el desarrollo de la antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y del derrite causado por el hongo *Phoma* sp. Estas observaciones contrastan con los tratamientos cuyas aplicaciones únicamente contemplaron el uso de fungicidas cúpricos, evidenciándose gran severidad de infección foliar por los hongos *Colletotrichum* sp. y *Phoma* sp.

Basándose en el promedio de 2.0% de severidad (lesiones esporuladas del total de lesiones por bandola por árbol) para

CUADRO 2. VALORES PROMEDIOS DEL AUDPC CALCULADOS EN LA PRUEBA DE EFICACIA BIOLÓGICA DE FUNGICIDAS CÚPRICOS PARA EL MANEJO DE *M. citricolor*. PANAMÁ.^{1/}

Fungicida cúprico (dosis en 200 lt de agua)	AUDPC
Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c.	1433 a
Clorotalonil 82.5, 1 kg p.c. + Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c.	1657 ab
Cuproflow Caffaro 25 SC, 1.0 lt p.c.	1774 abc
Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.5 kg p.c.	2044 bcd
Cuprocaffaro 50 WP, 1.5 kg p.c.	2104 bcd
Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c.	2170 bcd
Champion (testigo local), 1.0 kg p.c.	2281 cd
Cuprocaffaro 50 WP, 1.0 kg p.c.	2513 d
C.V.	20.59

1/ Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.01$), según la prueba de separación de medias Waller-Duncan.

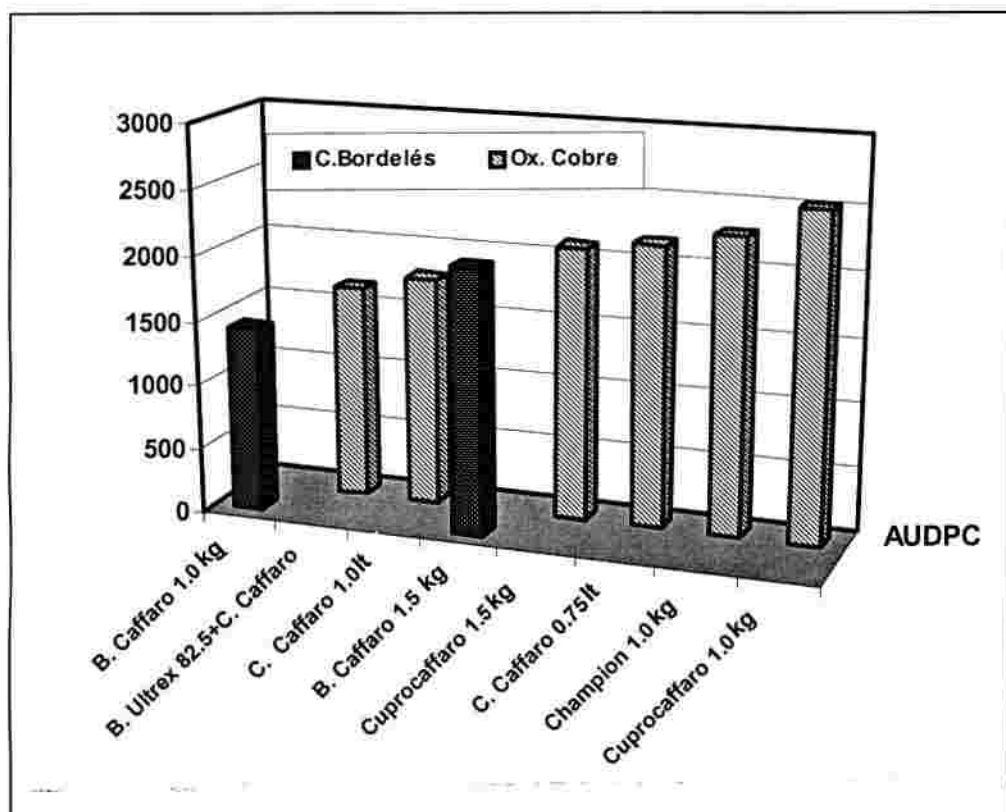


FIGURA 1. VALORES PROMEDIOS DEL AUDPC RESULTANTES DE LAS APLICACIONES DE FUNGICIDAS CÚPRICOS PARA EL MANEJO DE *M. citricolor*. PANAMÁ.

CUADRO 3. COSTOS DE LAS APLICACIONES DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS PARA EL MANEJO DE *M. citricolor*. PANAMÁ.^{1/}

Fungicida cúpricos (dosis en 200 lt de agua)	Costo de aplicación (B/. /ha)
Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c.	12.85
Cuprocaffaro 50 WP, 1.0 kg p.c	13.30
Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.5 kg p.c.	14.00
Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c.	14.40
Cuprocaffaro 50 WP, 1.5 kg p.c	14.70
Cuproflow Caffaro 25 SC, 1.0 lt p.c.	15.75
Champion (testigo local), 1.0 kg p.c	17.25
Clorotalonil 82.5, 1.0 kg p.c + Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c	32.40

^{1/}Corresponde a los precios de los fungicidas asignados por las casas comerciales.

la toma de decisión de aplicaciones de los fungicidas cúpricos, durante el período en que se desarrolló el estudio, se realizaron únicamente tres aplicaciones de fungicidas.

Respecto a la factibilidad económica de las aplicaciones de fungicidas cúpricos, el análisis económico se limitó al cálculo de los costos de aplicación de los fungicidas Cuadro 3. Nótese que al calcular los costos de aplicación se evidenció un amplio rango de costos, registrándose desde B/. 12.80 en el Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c hasta B/. 32.40 con el uso del Clorotalonil 82.5, 1.0 kg p.c + Cuproflow Caffaro 25 SC, 0.75 lt p.c.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Los menores valores promedios resultantes del AUDPC, como parámetro de eficacia biológica, se obtuvieron en los árboles de café con aplicaciones de los fungicidas Bordeaux Caffaro 20 WP, 1.0 kg p.c., con la mezcla Clorotalonil 82.5 + Cuproflow Caffaro 25 SC y con las aplicaciones de Cuproflow Caffaro 25 SC, 1.0 lt p.c.
- ❖ Con las aplicaciones del oxiclورو de cobre, Champion, utilizado como testigo local, registró uno de los mayores valores promedios del AUDPC con 2281, lo que indica que

no suprimió eficientemente el desarrollo de la enfermedad "ojo de gallo".

- ❖ Basándose en los resultados, un programa adecuado de manejo de enfermedades foliares en plantaciones de café, contemplando el uso de fungicidas, sugiere la integración del Clorotalonil 82.5 + Cuproflow Caffaro 25 SC y del Caldo Bordelés, que además de suprimir eficientemente el desarrollo de epidemias de la enfermedad del "ojo de gallo", también suprime el desarrollo de los fitopatógenos *Colletotrichum* sp. y *Phoma* sp.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Printed in the United States of America. pp. 248-253.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. 1985. Introducción a la micología. 1986. Trad. al español. México, D.F. pp. 421-435.
- ANACAFE. 1995. Manual de caficultura. Editado por subgerencia de asunto agrícolas. Guatemala, Guatemala. pp. 96-119.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. 1990. Introduction to plant diseases epi-

- dermiology. 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.
- ECHEVERRY, J.; ZAMORA, L. 1993. Evaluación de cinco fungicidas para el combate del ojo de gallo (*Mycena citricolor*, Berk & Br.) en varias regiones de Costa Rica. Congreso de ICAFE. pp. 509-515.
- GARCIA, A.; ELDREDGE, B. 1996. Introducción a los diseños experimentales. Curso Estadística Aplicada I. Universidad La Molina, Perú. 10 p.
- GOODMAN, R.N.; KILARY, Z.; WOOD, K.R. 1986. The biochemistry and physiology of plant disease. University of Missouri Press. Columbia. 433 p.
- GUHARAY, F.; MONTERREY, J.; MONTENEGRO D.; STAYER, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo de café. CATIE, Serie Técnica. Manual Técnico N° 44. Managua, Nicaragua. pp. 117- 126.
- MORALES, R. A. 2000. El metconazole SL para el manejo de la roya (*Phragmidium mucronatum*) en el cultivo de rosas (*Rosa* sp.), Cerro Punta Ciencia Agropecuaria (Panamá) 10: 73- 82.
- PICADO, J. L.; RAMIREZ, F. 1998. Guía de agroquímicos. San José, Costa Rica. 391 p.
- ZAROK, J.C.; SCHEIN, R.D. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford, New York. 427 p.

**RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) A LA
FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN UN INCEPTISOL.
LA VILLA, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1995-1996.**

**RESPONSE OF TOMATOE TO PHOSPHORUS FERTILIZATION
ON AN INCEPTISOL. LA VILLA, LOS SANTOS,
PANAMA. 1995-1996.**

Araíz Cajal S.¹; José C. Cedeño²; Roberto Cohen³

INTRODUCCIÓN

El cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum*) se adapta a suelos ligeramente ácidos, con pH entre 5.5 a 7.0, profundos, francos, bien aireados y con fertilización media (Casseres, 1971).

Uno de los principales factores limitantes para el mejoramiento del cultivo, es la falta de conocimientos sobre la demanda de nutrimentos por la planta, en los diferentes tipos de suelos en la región.

La fertilidad del suelo y su fertilización están ligadas a factores como clima, material parental, tiempo y manejo. Para lograr el balance nutricional correcto, se tiene que tomar en cuenta que la dinámica de los procesos en el suelo está determinada por la condición edáfica y climática de cada sitio, ya que este balance puede variar, incluso con la época del año (Homes y Van Schoor, 1975).

El fósforo (P) se caracteriza por ser un elemento poco móvil en el perfil del suelo, debido a su baja solubilidad y a su fijación, sobre todo en los suelos ácidos de las regiones tropicales (Sánchez, 1981). En el suelo, el superfosfato aplicado como fertilizante (fosfato monocálcico), forma una solución de ácido fosfórico con un pH

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

² Ing. Agr. Fitotecnista. NESTLÉ de Panamá.

³ Ing. Agr. Fitotecnista. MIDA. Los Santos.

de 1.8, que en suelos con buen contenido de cationes básicos, reacciona con el calcio dando origen a la precipitación de fosfatos cristalinos o amorfos, menos solubles; pero se revierte con las reacciones ácidas propias del continuo laboreo y las actividades biológicas en el suelo. También en trabajos citados por Bornemisza (1966), se destaca que en el rango de temperatura de 25° a 35°C, la mineralización del fósforo orgánico es acelerada, siendo el rango de temperatura que predomina en el área donde se condujo este ensayo.

En general, es común que los cultivos respondan a la fertilización con este nutrimento en las provincias centrales, hecho que se corrobora con los trabajos de Gordón y col. (1993) en maíz. Sin embargo, en aquellos suelos que presentan concentraciones mayores de 60 mg/kg, se espera que no haya respuesta significativa a la aplicación de fósforo (Name y Cordero, 1987).

Los productores del área usan como fuente del fósforo el superfosfato triple, el cual generalmente viene contenido en el abono compuesto ("completo"), sobre todo el llamado "mezcla física", el cual se aplica al momento de la siembra, al fondo del surco y luego a los 10 días después del trasplante del tomate. Estas aplicaciones se hacen localizadas junto a la planta. Según Fassbender (1984), esta técnica se usa para lograr una liberación continua y persistente de P desde el abono aplicado

y una concentración a largo plazo en la "zona del fertilizante" para que la planta aproveche en forma óptima el nutrimento aplicado; por lo tanto, resulta muy importante la elección del fertilizante a usarse, la dosis, el tamaño de las partículas, la forma y su época de aplicación.

Según varios estudios hechos en el trópico, la planta de tomate extrae entre frutos y follaje, un promedio de 55 kg/ha de P_2O_5 ; mucho menos que los 205 kg/ha de N y 380 kg/ha de K_2O (Rodríguez, 1996).

Como los productores de las Provincias Centrales no poseen suficiente información técnica sobre el uso eficiente del fósforo, es necesario realizar ensayos de campo para generar la información sobre las dosis y el manejo adecuado de este nutrimento.

El objetivo de este ensayo fue determinar el nivel óptimo de fósforo para el cultivo del tomate industrial, en un inceptisol del Río La Villa, Los Santos, sometido a un régimen ústico de humedad e isohipertérmico de temperatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se inició en diciembre de 1995 con la instalación de los semilleros; el trasplante se realizó el 10 de enero de 1996. El ensayo fue instalado en el Campo Experimental de La Nestlé en Río La Villa, Los Santos.

El sitio del ensayo está ubicado a 10 msnm, con clima tropical y temperatura que varía entre 26° y 34°C. La precipitación promedio del área es de 1,000 mm al año, distribuidos entre los meses de mayo a mediados de diciembre. Los suelos son inceptisoles aluviales con textura franco, sometidos a un régimen ústico de humedad. El terreno se inunda en la época lluviosa.

En el ensayo se evaluaron siete niveles de fósforo a intervalos uniformes: 0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 kg de P_2O_5 .

Los tratamientos fueron ubicados en campo, siguiendo un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

Los tratamientos se aplicaron en parcelas (unidad experimental), con una superficie de 15 m², con tres surcos de ancho, separados 1.25 m entre ellos y 4.00 m de largo. No se dejó "borde" y se hicieron cinco cosechas a partir de la primera quincena de marzo.

Para la fertilización se siguió la técnica de manejo tradicional para la región y que recomiendan autores como Rodríguez (1996) y Jonas (1985), que consiste en aplicar el 100% del fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) y el 25% del nitrógeno, ocho días después del transplante (ddt). Posteriormente, se aplicó el resto del nitrógeno (N) en forma de urea, en dos partes, 50% a los 30 ddt y 25% a los 50 ddt. Este plan de fertilización responde a la siguiente dosis de abonamiento: N, 240;

K₂O, 120 y S, 36 kg/ha. Además, se aplicó This Ca en dosis de 2 lt/ha, al momento de la floración.

El manejo de la sanidad vegetal en las parcelas consistió de las siguientes actividades:

▽ Control manual de malezas seguido de una aplicación de paraquat (Gramoxone 20SL, 1lt/ha).

▽ Antes del trasplante, en las raíces de las plántulas se aplicó una mezcla de mancoceb + metalaxil (Ridomil 72 WP, 5 g/lt) con captan (Orthocide 80 WP, 2.5 g/lt).

▽ El control de insectos se realizó con aplicaciones de oxamil (Vidate L 24SL, 5 g/lt) al semillero antes del trasplante; posteriormente, se incorporó al suelo carbofuran (Furadán 10 G, 10 kg/ha).

▽ Para insectos del follaje se aplicó diazinón (Diazinón 60 EC, 1lt/ha) en la etapa vegetativa y de floración; endosulfan (Thiodan 35 EC, 1lt/ha) en la etapa de cuajo de frutos y metomil (Lannate 90 SP, 0.5 kg/ha) después de la primera cosecha.

Las características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo se presentan en el Cuadro 1. Para este análisis, se tomó una muestra compuesta en cada repetición a una profundidad de 20 cm, en diciembre de 1995, antes de instalar el experimento. A las muestras de suelo se les realizaron análisis del pH,

bases cambiables, aluminio intercambiable, textura y algunos elementos menores, según la metodología para análisis descriptiva por Díaz-Romeu y Hunter (1978), mientras que la extracción de P y K se realizó con la solución de Mehlich 1, método descrito por Name y Villarreal (1990).

Para el análisis del efecto de tratamientos sobre la producción de frutos frescos de tomate, se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

en donde:

Y_{ij}	=	variable de respuesta
μ	=	media general
T_i	=	efecto de fósforo (tratamiento)
B_j	=	efecto de bloque
e_{ij}	=	error experimental

Ajustando la información a este modelo se realizan los análisis de varianza y la prueba de Duncan.

Para determinar la función de respuesta del cultivo a los niveles de P_2O_5 aplicadas, se utilizaron los modelos estadísticos, lineal y cuadrático.

$$Y = b_0 + b_1P$$

$$Y = b_0 + b_1P + b_2P^2$$

En donde:

Y	=	variable de respuesta
b_0	=	efecto de ambiente (constante)
b_1P	=	efecto lineal del fósforo
b_2P^2	=	efecto cuadrático del fósforo

La variable evaluada (parámetros estimados) fue rendimiento de frutos en kg/ha.

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

Bloque	Color	A-L-Arc	pH	mg/kg		cmol/kg de suelo			mg/kg	
		%		P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Zn
I	P. grisáceo	50-28-22	5.5	161	169	1.26	1.1	0.3	43	2
II	P. grisáceo	50-26-24	5.6	177	169	1.25	1.0	0.3	35	1
III	P. grisáceo	46-26-28	5.8	177	228	1.35	1.2	0.2	37	1
$\bar{x}$			5.6	171.6	188.6	1.28	1.1	0.27	38.3	1.3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del tomate en respuesta a niveles de fósforo

Los rendimientos producidos en los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticas por efecto de las dosis de P_2O_5 aplicadas. También se destaca que el coeficiente de variación fue de 13.85%, aceptable bajo las condiciones en que se desarrolló este ensayo.

En la Figura 1 se observa la tendencia, donde aparentemente hay un aumento entre los niveles de 100 a 150 kg de P_2O_5 /ha, aunque no fue significativo.

Función de respuesta de los rendimientos de tomate y los niveles de fósforo aplicados al suelo

La relación entre las variables independientes (niveles de P_2O_5) y los rendimientos de tomate, queda definida por una función lineal con un $R^2 = 0.62$, considerado bajo, para cualquier predicción. Esto indica que hay posibilidades que los rendimientos estén afectados por otros factores, además de los niveles de fertilización estudiados. Entre los factores que pudieron afectar los rendimientos se pueden mencionar la presión biótica por la mosca blanca y enfermedades micóticas del follaje, además de las limitaciones abióticas, como las altas temperaturas al momento de "cuajado" de frutos, la mala distribución de humedad en el sistema de

riego por gravedad y fuertes vientos, entre otros.

La ecuación de regresión que resultó del análisis estadístico y que predice la producción de tomate fue:

$$Y = 43826.3 + 31.7 P$$

$$R^2 = 0.62$$

En un ensayo de fertilización en tomate, realizado en un "bajo" del Río La Villa, se encontró que los tratamientos que no recibieron el fósforo superaron a los que recibieron altas dosis del mismo, aunque no se encontró diferencia significativa entre medias (Pérez, 1987). En aquel terreno, la concentración de P era de 136 mg/kg de suelo, lo que confirma lo planteado por Name y Cordero (1987).

Los altos niveles de fósforo en los suelos (>150 mg/kg) donde se desarrolló este estudio se presume que sea producto de la acumulación de P en la superficie, como lo demuestran algunos estudios de Fassbender (1984).

Jonas (1985) plantea los factores que se deben tomar en cuenta para hacer una recomendación de fertilización con fósforo:

- ⊗ Nivel de fósforo aprovechable en el suelo (análisis del suelo).
- ⊗ Propiedades químicas del suelo (contenido de hierro y aluminio).

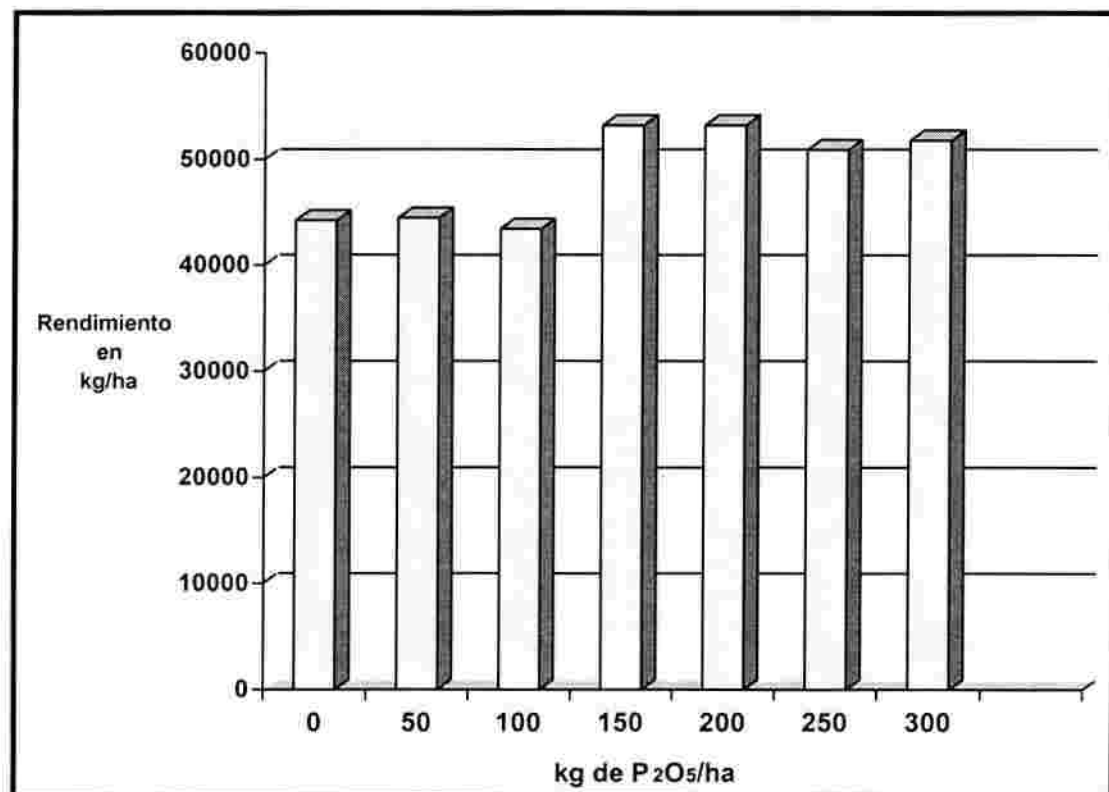


FIGURA 1. EFECTO DE LOS NIVELES DE FÓSFORO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE FRESCO. LA VILLA, LOS SANTOS. 1996.

- ⊗ El cultivar de tomate a utilizar (industrial o de mesa).
- ⊗ Fertilización anterior y manejo.

De acuerdo a lo expuesto por este autor, se considera que los resultados obtenidos tienen mucho que ver con el historial de manejo de los fertilizantes a base de fósforo, en suelos donde no hay fijación del mismo.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de este ensayo, la fertilización con fósforo no afectó los rendimientos de tomate industrial. Se confirma que si el suelo contiene más de 60 ppm de fósforo disponible, la respuesta a este nutriente no es significativa.

RECOMENDACIONES

- ❖ En los suelos con altas concentraciones de fósforo disponible, sólo se debe aplicar una dosis mínima del nutriente para reponer lo extraído por las plantas (55 kg/ha).
- ❖ Realizar ensayos en otras localidades con suelos inceptisoles y alfisoles para identificar la respuesta del cultivo al fósforo, utilizando modelos según un diseño de tratamientos que permita definir, con mayor precisión, una función de respuesta al fósforo.
- ❖ Se debe evaluar niveles de fósforo en combinación con otros nutrientes como el azufre, magnesio y calcio para evaluar las posibles interacciones.

BIBLIOGRAFÍA

- BORNEMISZA, E. 1966. El fósforo orgánico en suelos tropicales. IICA. Revista Turrialba (Costa Rica) 16 (1): 33-38.
- CASSERES, E. 1971. Producción de Hortalizas. Herrero Hermanos. pp. 240-242.
- DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigación de invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 61 p.
- FASSBENDER, H. W. 1984. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. IICA. 4ª reimp. San José, Costa Rica. pp. 268-302.
- GORDON, R. y col. 1993. Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fósforo y azufre en la región de Azuero. Panamá, 1989-1992. En Síntesis de los resultados experimentales del programa de maíz, IDIAP-PRM, 1992-93. pp. 64-69.

- HOMES, M.; VAN SCHOOR, G.H. 1975. El óptimo de la interacción en el abono mineral de los vegetales. *Anales de Fisiología Vegetal*. Universidad de Bruselas. Vol. 20. fasc. 1. 59 p.
- JONAS, J. 1985. Recomendaciones sobre la aplicación de fertilizantes y cal en el cultivo de Tomate. *Miscelánea Técnica N° 7*. IDIAP, Panamá. 13 p.
- NAME, B; CORDERO, A. 1987. Recomendaciones para la fertilización de suelos. Hoja guía para el cultivo. *En* Compendio de los resultados de investigación presentados en la Jornada Científica. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- NAME, B; VILLARREAL, J. 1990. Manual de laboratorio de suelos. Divisa, Panamá, IDIAP. (Sin publicar).
- PÉREZ, M., F. J. 1987. Fertilización en Tomate Industrial. (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad DINA. Universidad de Panamá. Tesis, Ingeniero Agrónomo. 53 p.
- RODRÍGUEZ S., F. 1996. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. A.G.T. Editor, S.A. 3ª reimp. México, D.F. 157 p.
- SÁNCHEZ, P. 1981. Suelos del Trópico. Características y manejo. Edilberto Camargo (Tr.). San José, Costa Rica. IICA. 660 p.

**AISLAMIENTO DE PROTOPLASTOS DE ÑAME
(*Dioscorea alata* L.) cv. DARIÉN. PANAMÁ, 2002-2003.**

**PROTOPLAST ISOLATION OF YAM (*Dioscorea alata* L.) cv. DARIEN.
PANAMA, 2002-2003.**

Carmen Y. Bieberach Forero ¹; Heidi Hernández Ibarra ²

INTRODUCCIÓN

El cultivo de ñame ha cobrado auge en la última década, lo que ha significado un incremento en la superficie cultivada, la incorporación de prácticas agronómicas novedosas y la introducción de nuevos cultivares con características para la exportación. Los cultivares consumidos localmente tienen buena productividad y calidad culinaria; sin embargo, son susceptibles a la antracnosis, principal limitante del cultivo en el país. Existen otros cultivares que muestran tolerancia a la enfermedad, tales como el "Diamante 6322", introducido de Costa Rica y el cultivar cubano "Blanco" o "Pelú" (Folgueras y col., 1992).

Muchos de los cultivares propagados vegetativamente han perdido la capacidad de floración y producir semillas (Tor y col., 1998), por lo tanto, se intenta desarrollar métodos para el mejoramiento genético que permitan obviar las limitaciones reproductivas de la especie. Entre éstos tenemos la hibridación somática que posibilita la recombinación genética, la formación de híbridos somáticos y la regeneración de plantas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar enzimas degradantes de la pared celular y aislar protoplastos de ñame, tanto de hojas como de raíz.

¹ Ing. Agr., M.Sc. Cultivos Tropicales. Laboratorio de Agrobiotecnología, IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAOC). e-mail: idiap_div@cwpanama.net

² Agrónoma, Asistente. Laboratorio de Agrobiotecnología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAOC).

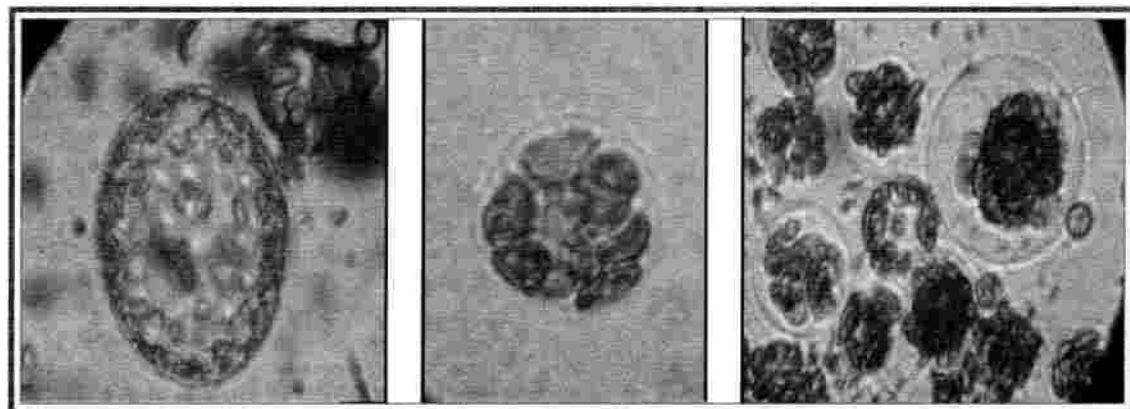


FIGURA 1. Protoplastos de hoja de Ñame cv. Darién.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Agrobiotecnología del IDIAP entre octubre de 2002 y abril de 2003. La metodología empleada consistió en plasmólisis de los tejidos durante tres horas, en un medio de cultivo, digestión de la pared celular a 25° y 37°C, en la oscuridad, purificación y cultivo en medio nutritivo. Se usaron hojas y raíces

de vitroplantas del cultivar Darién. Las enzimas evaluadas fueron: celulasas; celulasas + pectinasa; celulosa + hemicelulasa; y celulosa + hemicelulasa + pectinasa.

RESULTADOS

Las mezclas enzimáticas probadas permitieron obtener protoplastos de hojas, pero no de raíces. La mayor cantidad de

MEZCLAS ENZIMÁTICAS (P/V) PROBADAS PARA EL AISLAMIENTO DE PROTOPLASTOS DE ÑAME DARIÉN.

Celulasas	1% Onozuka R 10 + 0.25% Macerozymba R10
Celulosa + hemicelulasa	1% Macerozymba R10 + 1% Hemicelulasa
Celulasas + pectinasa	1.5% Onozuka R10 + 0.1% Macerozymba R10 + 0.1% pectinasa. Todas las enzimas aplicadas al mismo tiempo.
Celulosa + hemicelulasa + pectinasa	1% Macerozymba R10 + 1% hemicelulasa + 1% pectinasa. Solo se probó con segmentos de hojas
Pectinasa + celulosa	1% Pectinasa + 1% Onozuka R10. Incubación 3 h en pectinasa, luego se añade celulosa y se incuba 16 h.

protoplastos se obtuvo incubando en una mezcla de celulasa, hemicelulasa y pectinasa, todas al 1% p/v. La incubación de segmentos de hojas de pectinasa al 1% (3 h) y luego en celulasa Onozuka R10 1% (16 h), también permitió un rendimiento aceptable de protoplastos. Posiblemente, la mezcla de celulasas y pectinasa no haya funcionado debido a la baja concentración de pectinasa que se usó en ésta.

En extractos crudos se obtuvo gran cantidad de protoplastos, pero en el proceso de eliminación de los restos de tejidos y células, muchos protoplastos se desintegraban. Las enzimas trabajaron mejor a 37°C, liberando mayor cantidad de protoplastos que a 25°C. Los protoplastos suspendidos en un medio sin enzimas se mantuvieron viables hasta 24 horas después, no se observó regeneración de pared ni división celular.

NÚMERO PROMEDIO DE PROTOPLASTOS EN 1 ML DE SUSPENSIÓN PURIFICADA.

Celulasas	Celulasa + hemicelulasa	Celulasas + pectinasa	Celulasa + hemicelulasa + pectinasa	Pectinasa + celulasa
390	766	2670	7200	5950

CONCLUSIONES

- ❖ La mejor mezcla para el aislamiento de protoplastos de hojas de ñame fue 1% celulasa Onozuka R10 + 1% hemicelulasa + 1% pectinasa.
- ❖ La pectinasa tuvo un efecto importante en el aislamiento de protoplastos de hoja, ya que el rendimiento aumentó considerablemente en las mezclas que la contenían.

RECOMENDACIONES

- ⊗ Se ensayarán periodos de incubación menores a 16 horas.
- ⊗ Se probarán distintas combinaciones de celulasas y pectinasa (con

centración, orden de aplicación y periodos de incubación).

LITERATURA CITADA

- FOLGUERAS M. M.; CASTELLÓN VALDÉZ, M. DEL C.; FUENTES VEGA, H. 1992. Evaluation for resistance, tolerance and susceptibility to anthracnose in promising clones of yam. *Agrotecnia de Cuba (Cuba)* 24 (2): 11-20.
- TOR, M.; TWYFORD, C.T.; FUNES, I.; BOCCON-GIBOD, J.; AINSWORTH, C.C.; MANTELL, S.H. 1998. Isolation and culture of protoplasts from immature leaves and embryogenic cell suspensions of *Dioscorea* yams: tools for transient gene expression studies. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 53 (2):113-126.

**MICROPROPAGACIÓN DE PIFÁ (*Bactris gasipaes* H.B.K.)
PANAMÁ, 2002-2003.**

**MICROPROPAGATION OF PEACH PALM (*Bactris gasipaes* H.B.K.)
PANAMÁ, 2002-2003.**

Heidi Hernández Ibarra¹; Priscila Alvarado de González²

INTRODUCCIÓN

El pifá (*Bactris gasipaes* H.B.K.) es una palmera americana, originaria de la región amazónica de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, que es cultivada desde tiempos pre-hispánicos en toda América tropical. Tiene un alto valor nutritivo. La porción comestible de la fruta contiene minerales (calcio, fósforo, hierro), vitaminas (caroteno, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico), proteínas, ácidos grasos y fibra natural. Por su alto contenido de caroteno (0.29 -2.7 g) y proteína (340 – 633 mg) es un componente importante en la dieta de las poblaciones rurales de América tropical; además su proteína contiene siete de los ocho aminoácidos esenciales (treonina 2.5%/g N; valina, 2.7%; metionina, 1.3%; isoleucina, 1.7%; leucina, 2.6%; fenilalanina, 1.3%; lisina, 4.6%). La nuez contiene 8.8% de proteína, 31% de grasas, 20.8 % de almidón y 18% de fibra cruda (Morton, 1987).

Esta palmera se reproduce por semillas y muestra auto incompatibilidad natural, por lo tanto, las poblaciones naturales son muy heterogéneas. Esto explica la gran variabilidad de las características de las plantas y los frutos. Utilizando semilla sexual no es posible reproducir una planta con características sobresalientes; la reproducción mediante hijuelos es lenta y aporta un limitado número de individuos, dificultando el establecimiento de parcelas comerciales con genotipos uniformes y productivos.

Algunos investigadores han intentado la clonación de pifá, usando la comprobada técnica de micropropagación, teniendo resultados importantes, pero, sin haber

¹ Estudiante Tesista, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

² Bióloga, M.Sc. Genética, Investigadora Laboratorio de Agrobiotecnología. IDIAP Centro de Investigación Agropecuaria Central, e-mail: idiap_div@cwpanama.net

llegado a desarrollar un protocolo eficiente y reproducible (Arias, 1985; Astorga y Araya, 1995). Con el objetivo de desarrollar una metodología para la propagación *in vitro* de pifá (*Bactris gasipaes* H.B.K.), se estableció un ensayo para determinar un tratamiento eficiente de desinfección, controlar la fenolización y regenerar plantas por organogénesis directa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Agrobiotecnología del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), en Divisa, provincia de Herrera, entre marzo de 2002 y febrero de 2003.

Se colectaron hijuelos basales de palmas adultas y plántulas provenientes de semillas germinadas en los sitios de colecta, en las provincias de Chiriquí, Veraguas y Coclé. Las plántulas y los hijuelos se lavaron con abundante agua y jabón para eliminar la tierra y los restos de material vegetativo, se redujeron a 5-6 cm de longitud; nuevamente se lavaron tres veces con jabón líquido y enjuagaron con abundante agua.

Para la desinfección superficial de los explantes se utilizaron funguicidas y bactericidas orgánicos (Lonlife, Bioctoc), antibióticos (estreptomycin, gentamicina, kanamicina y rifampicina) e hipoclorito de calcio. Los agentes desinfectantes se usaron solos y en mezclas, sumergiendo

los explantes por 10 ó 20 minutos. Los antibióticos también se usaron diluidos en el medio de cultivo o aplicados en papel filtro. Debido a la alta fenolización encontrada se probó adicionar al medio ácido cítrico, ácido ascórbico o carbón activado. Se probaron dos medios para el cultivo de los explantes: Murashige y Skoog (1962) con 2 mg/l de BAP y Gamborg B5 (197) con 14 mg/l BAP y 5 mg/l ANA. Los explantes se mantuvieron por 10 días a luz indirecta y después a la luz directa. La temperatura de cultivo fue de 25°C, 2000 lux de iluminación y fotoperíodo de 12 horas luz.

Las sobrevivencia y la fenolización fueron evaluadas a los 15, 22, 45 y 60 días después de siembra. El diseño experimental fue completamente al azar, con tres réplicas de cinco unidades experimentales cada una. Los datos fueron transformados a raíz cuadrada de $x + 1$ y se hizo un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El lavado de los explantes en los extractos naturales parece tener poco efecto en el control de la contaminación, al igual que el baño de los explantes en antibióticos. El agente desinfectante que mostró cierto control sobre los contaminantes del pifá fue el hipoclorito de calcio (10 y 20%) aplicado durante 20 minutos.

Desde la primera semana de cultivo fue evidente el crecimiento de hongos y

bacterias, ya que la contaminación a los 10 días de cultivo osciló entre 20 y 100%, en los distintos tratamientos. En algunos tratamientos apareció un halo bacterial en el medio de cultivo, cuatro días después de la siembra de los explantes; sin embargo, en los primeros 15 días de cultivo, los microorganismos contaminantes no afectaron la sobrevivencia de los explantes, pues en algunos tratamientos hubo 100 % de explantes vivos. En esta etapa los explantes presentaban coloración verde y los folíolos se extendieron.

En las siguientes evaluaciones de la sobrevivencia (22, 45 y 60 días después de siembra) era notorio el deterioro de los explantes causado por los contaminantes y la fenolización. El análisis de varianza para la variable sobrevivencia (15, 22, 45 y 60 días) mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Los mayores porcentajes de sobrevivencia de explantes a los 60 días de cultivo se obtuvieron en los tratamientos T16 y T17, consistentes en la desinfección con hipoclorito de calcio al 20 y 10%, respectivamente, durante 20 minutos en ambos casos. En estos dos tratamientos se agregó el antibiótico kanamicina (10 mg/l) al medio de cultivo, factor que pudo haber influido en la sobrevivencia pues hubo mayor control de la contaminación. En el tratamiento T16 hubo 40% de explantes vivos a los 60 días, mientras que el T17 tuvo 26%.

Otro tratamiento que controló la contaminación fue el T4 (Na OCl 10% por 10 minutos y kanamicina y rifampicina aplicados en papel filtro), con 20% de brotes vivos y sanos a los 60 días.

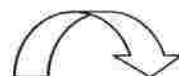
En este estudio se enfatizó en el control de los microorganismos contaminantes debido a la alta frecuencia con que se presentó el problema. Otros investigadores destacan este factor como uno de los más influyentes en el cultivo *in vitro* del pifá (Pinedo, 1987). Su control es difícil y está relacionado con el estado fitosanitario de las plantas donantes y la ineficiencia de las soluciones desinfectantes.

A los 22 días de cultivo, la tasa de sobrevivencia se redujo, tanto por efecto de las bacterias como por la fenolización del explante, por lo cual se usaron antioxidantes como los ácidos ascórbico y cítrico, en dosis de 20 mg/lit, ambos agregados al medio. Estos no redujeron la oxidación, ni solos ni en mezcla. Se logró reducir los niveles de fenolización cuando se agregó 5 g/lit de carbón activado, coincidiendo con los resultados de Astorga y Araya (1995). Algunos explantes presentaron clorosis en la base del explante, posiblemente por efecto del antibiótico al cual fueron expuestos.

El medio de cultivo Gamborg B5 con 14 mg/lit de BAP y 5 mg/lit de ANA favoreció el desarrollo de los explantes, y se observó el alargamiento de los brotes y la formación de protuberancias semejantes a yemas axilares.



FIGURAS 1 Y 2. DESARROLLO DE LA HOJA DE ÁPICES DE PIFÁ A LOS 45 Y 60 DÍAS DE CULTIVO.



FIGURAS 3. ÁPICE CON HOJAS PLEGADAS. SE DISTINGUEN LAS ESPINAS.



CONCLUSIONES

- ✱ El uso de hipoclorito de sodio al 20%, con una exposición de 20 minutos, redujo en un 60% la contaminación de los explantes.
- ✱ El comportamiento inicial del pifá en los diferentes tratamientos fue similar, con respecto a la contaminación y fenolización, pero una vez sustituido el medio MS por el Gamborg B5 con la adición de carbón activado (5g/lit) y el antibiótico kanamicina (10 mg/lit) se mejoró la respuesta.
- ✱ La contaminación bacteriana fue una de las principales limitantes para establecer el cultivo aséptico del pifá. La presencia marcada de la bacteria endógena en el cultivo *in vitro* puede deberse a las condiciones óptimas del medio de cultivo para el crecimiento profuso del microorganismo, ya que en campo no produce daños visibles a las plantas. Los hijuelos utilizados no presentaban ninguna sintomatología de infección por bacteria, ni en las hojas ni en los tallos.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS M., O. 1985. Propagación vegetativa por cultivo de tejidos de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Asbana (Costa Rica) 24 (9): 24-27.
- ASTORGA, C.; ARAYA, W. 1995. Propagación vegetativa *in vitro* de Pejibaye. Informe Bianual. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. s.p.
- MORTON, J. 1987. Pejibaye. In: Fruits of warm climates. Miami, Florida. pp. 12-14. In www.Hort.purdue.edu/newcrop/morton/pejibaye.html.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. 1962. A revised for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- GAMBORG, O.; MILLER, R. A.; OJIMAK, K. 1968. Nutrient requirement of suspension culture of soybean root cells. *Experimental Cell Research* 50: 151-158.
- PINEDO, M. H. 1987. Organogénesis Directa en Ápices Caulinares de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Tesis *Magister Scientiae*, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110 p.

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE BIOMASA DE LA MORERA (*Morus alba*)
BAJO TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y FRECUENCIAS DE PODA.
CHEPO, PANAMÁ. 1998-2000.**

**BIOMASS PRODUCTION AND QUALITY OF MORERA (*Morus alba*)
UNDER THREE SOWING DISTANCES AND FRUNE FREQUENCIES.
CHEPO, PANAMÁ. 1998-2000.**

Edgar Alexis Polo L. ¹; Angel Lara ²

INTRODUCCIÓN

El uso de follaje de árboles y arbustos en la alimentación de rumiantes es una práctica conocida por los productores de América Central desde hace siglos y cuyo conocimiento empírico sobre las propiedades forrajeras de diferentes especies es de gran valor para la ciencia y la tecnología (Benavides, 1995).

Las leguminosas arbustivas, los árboles y arbustos ofrecen ventajas sobre las especies herbáceas teniendo como características positivas, mayor persistencia, producción de materia seca y una capacidad de retener follaje de alta calidad sobre condiciones de estrés. Para su manejo se consideran diversos parámetros relacionados con la respuesta morfofisiológica y la sobrevivencia de las plantas, tales como el período de crecimiento y distancias de siembra, las cuales afectan marcadamente el rendimiento y la calidad del forraje (Costas y col., 1991).

La Morera es un árbol o arbusto de porte bajo con hojas verdes claras, brillosas. Las especies mas conocidas *Morus alba* y *Morus nigra*, parecen tener su origen al pie del Himalaya y a pesar de que provienen de áreas templadas, se les considera

¹ Ing. Agr., M.Sc. Pasturas. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOR).
e-mail: idiap_che@cwpanama.net

² Agr., Asistente. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOR).

"cosmopolitas" por su capacidad de adaptación a diferentes climas y altitudes (Benavides, 1995). El follaje de Morera tiene un alto contenido de proteína cruda (PC) y una elevada digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), con valores obtenidos en América Central por el rango de 15 y 25% de PC y de DIVMS entre 75 y 90%.

La PC de la hoja de Morera tiene una digestibilidad *in vivo* de 90% (Jegou y col., 1994). El tallo no lignificado (tallo tierno) también tiene una buena calidad bromatológica, con valores entre 7 y 14% de PC (Benavides y col., 1994; Espinoza, 1996; Rojas y col., 1994). La calidad del follaje se afecta por factores ambientales. En la Costa del Pacífico de Costa Rica, con alta luminosidad y elevadas temperaturas, la PC y la DIVMS de las hojas se reducen (15.1 y 71.5%, res-

pectivamente) en comparación con sitios más elevados de mayor nubosidad y menor temperatura (24.8 y 74.9%, respectivamente) como en las zonas montañosas de Costa Rica (Espinoza, 1996).

Por otra parte, en Costa Rica, utilizando tres variedades de Morera en las ciudades de Puriscal, Coronado y Paquera, Espinoza (1996) reporta rendimientos de MS total de 14.1, 22.3 y 25.4 t/ha/año para cada variedad, respectivamente, con diferencias en la producción, debido a factores climáticos. En Paquera, a pesar de



sufrir un largo período de sequía, la producción promedio de todas las variedades (31.2 t MS/ha/año), duplicó la de Coronado (15.5 t MS/ha/año) a pesar de su mejor régimen de lluvias, debido a la mayor luminosidad y temperatura de Paquera y la menor nubosidad y temperatura de Coronado ubicada en una zona montañosa.

En Centroamérica, se ha informado de un rendimiento de 19 a 28 t MS/ha/año con plantas enteras, cosechadas a 60-80 cm sobre el nivel del suelo, a intervalos de poda de seis a doce semanas (Blanco, 1992; Rodríguez y col., 1994).

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de las distancias de siembra y frecuencias de poda del arbusto Morera (*Morus alba*), a través de los aspectos productivos y nutritivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue desarrollado durante dos años (1998-2000) en la localidad de El Naranjal, corregimiento de Chepo, provincia de Panamá, a 40 msnm, con precipitación media anual de 2,475 mm y temperatura media anual de 32°C. El suelo del área se clasificó como fino, mezclado, isohipertérmico, aquic hapludoll arcilloso, con pH de 5.0, contenido medio de materia orgánica (4.6%), bajo en fósforo (1.0 ug/ml), bajo en potasio (28 ug/ml), bajo en calcio y en magnesio (0.02 y 0.08 meq/100 ml,

respectivamente) y alto en aluminio (1.8 meq/100 ml).

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar en un arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones. El factor A correspondió a las distancias de siembras (0.40, 0.50 y 0.60 m) y el factor B a las 8, 12 y 16 semanas de frecuencias de poda. El tamaño de las parcelas experimentales fue de 12 m². La preparación del terreno consistió en dos pases de rastra usando un monocultivador. La siembra se realizó utilizando estacas con tres yemas axilares enterradas a 0.35 m de profundidad. La fertilización a la siembra fue de 181.6 kg/ha de la fórmula 12-24-12. Al segundo año, se hizo la misma aplicación de fertilizantes en el mes de mayo.

Se realizaron 10, 6 y 6 cortes, a una altura de 0.40 m del suelo, para intervalos de 8, 12, y 16 semanas después del rebrote, respectivamente. Se midió la altura de plantas y de cada parcela se tomó una muestra de forraje de aproximadamente 0.250 kg para determinar el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y la digestibilidad *in vitro* (DIVMS). El análisis de varianza y comparación entre medias se hizo con la prueba Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de las Plantas

El análisis de varianza para la variable altura de plantas de la leguminosa Morera muestra diferencias altamente signifi-

cativas ($P<0.01$), para las frecuencias de poda y distancias de siembra ($P<0.05$) (Cuadro 1). La altura media de las plantas fue creciendo conforme aumentaron las frecuencias de poda y las distancias de siembra. Las mayores alturas de las plantas fueron obtenidas a las 16 semanas de poda y las menores a las ocho semanas. La *Morus alba* presentó aumento en la altura media de las plantas en las mayores distancias de siembras entre plantas (0.50 - 0.60 cm) (Cuadro 2).

El mayor espaciamiento de siembra resultó en un mayor incremento de la altura de plantas, lo que posibilitó mayor penetración de luminosidad y actividad fotosintética así como reducción en la competencia por nutrimentos y agua.

Para que se pueda manejar adecuadamente una planta forrajera es necesario conocer el efecto del manejo (altura e intervalos de corte), sobre sus características morfológicas y fisiológicas que tienen efecto sobre la producción y calidad del forraje.

Rendimiento de Materia Seca (MS)

Los cuadros 3 y 4 muestran los rendimientos promedio de materia seca total de Morera (kg/ha), sus tallos y hojas, obtenido en este estudio en cada una de las distancias de siembra y frecuencias de corte. Las distancias de siembra y las frecuencias de poda resultaron alta-

mente significativas ($P<0.01$) sobre la producción de materia seca en la planta entera, en tallos y hojas. La densidad de siembra tuvo un efecto sobre la producción de materia seca de las plantas. Conforme aumentó la distancia de siembra se observó que los rendimientos se incrementaron. En la distancia de 0.40 cm entre plantas, la producción de hojas y tallos fue similar.

Al aumentar la distancia de siembra a 0.50 y 0.60 cm la producción de hojas aumentó a razón de 3,500-3,800 kg/ha/año. El forraje total producido a la distancia de siembra de 0.40 m estuvo constituido por 48% de hojas, indicando una característica negativa, relacionada a un mayor potencial de aprovechamiento por los animales, cuando se comparó con las distancias de siembra a los 0.50 y 0.60 m, que presentaron mayor productividad de biomasa de hojas y planta entera.

La frecuencia de corte mostró una respuesta diferencial marcada ($P<0.01$) sobre el rendimiento de hojas y tallos. Al aumentarse la frecuencia de corte la producción de la materia seca se incrementó proporcionalmente en la planta entera. El rendimiento en la hoja, entre las 8 y 12 semanas aumentó a razón de 62 kg/ha/día y entre 12 y 16 semanas fue de 89.61 kg/ha/día. El tallo creció a una velocidad de 126.1 kg/ha/día entre las frecuencias de poda de 12 y 16 semanas. En la primera frecuencia de poda la producción de hoja fue superior a la de tallo y en las dos frecuencias finales a las 12 y 16 semanas

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTAS DE LA MORERA (*Morus alba*). EL NARANJAL, CHEPO, PANAMÁ, 2000.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fcal	P>F
Repeticiones	2	0.01411296	0.70	N.S.
Frecuencia de poda	2	3.39134537	168.91	**
Distancia de siembra	2	0.08447963	4.21	*

N.S. = No hay diferencia significativa.

** = Hay diferencias significativas al 1% de probabilidad.

* = Hay diferencias significativas al 5% de probabilidad.

CUADRO 2. EFECTO DE LAS DISTANCIAS DE SIEMBRAS Y FRECUENCIAS DE PODA SOBRE LA ALTURA DE PLANTAS DE LA MORERA (*Morus alba*). EL NARANJAL, CHEPO, PANAMÁ, 2000.

Distancia de siembra (cm)	Frecuencia de Poda (cm)			Promedio de frecuencia por distancia de siembra
	Semanas 1/			
	8	12	16	
40	1.42 c	1.78 b	2.31 a	1.84 c
50	1.45 b	2.04 a	2.28 a	1.92 b
60	1.44 c	2.04 b	2.52 a	2.00 a
Promedio	1.44	1.95	2.37	
	C	B	A	

1/ Valores en la misma línea seguidos de la misma letra minúscula y en la columna seguido por letra mayúscula no difieren entre sí por la prueba de Duncan ($P>0.05$).

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE MORERA (*Morus alba*), A DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA (kg/ha/corte). EL NARANJAL, CHEPO, PANAMÁ, 2000.^{1/}

Distancia de siembra (cm)	Hojas	%	Tallos	%	Promedio Planta Entera
40	2511 b	48	2691 b	52	5202 b
50	3568 ab	53	3172 ab	47	6740 ab
60	3803 a	50	3828 a	50	7631 a

^{1/} Promedios en la misma columna seguidos por letras diferentes, difieren entre sí, al nivel de 1% de significancia según la prueba de Duncan

CUADRO 4. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE MORERA (*Morus alba*), A DIFERENTES FRECUENCIAS DE PODA (kg/ha/corte). EL NARANJAL, CHEPO, PANAMÁ, 2000.^{1/}

Frecuencia de Poda Semanas	Hojas	%	Tallos	%	Promedio Planta Entera
8	1596 c	53	1391 c	47	2987 c
12	3319 b	43	43836 b	57	7702 b
16	5828 a	42	7914 a	58	13742 a

^{1/} Promedios en la misma columna seguidos por letras diferentes, difieren entre sí, al nivel de 1% de significancia según la prueba de Duncan



CUADRO 5. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA MORERA (*Morus alba*) A DIFERENTES FRECUENCIAS DE PODA. EL NARANJAL, CHEPO, PANAMÁ. 2000.

Frecuencia de Poda	Proteína Cruda (%) Hoja	Proteína Cruda (%) Tallo	DIVMS (%) Hoja	DIVMS (%) Tallo ^{1/}
8 semanas	22.4 a	14.5 a	90.3 a	70.8 a
12 semanas	17.6 b	7.3 b	71.5 b	56.4 b
16 semanas	13.3 c	4.3 c	50.4 c	40.7 c

^{1/} Valores seguidos con las mismas letras no difieren entre si ($P > 0.05$).

esa tendencia se invirtió, obteniéndose promedios de 57-58% de tallos, respectivamente.

A pesar de los cambios en las proporciones de hojas y tallos el rendimiento de materia seca anual en la planta entera, mostró un aumento de producción a medida que los intervalos de corte eran más espaciados. En experimentos realizados con anterioridad confirman que tanto la distancia de siembra como la frecuencia de poda tienen una gran influencia sobre el rendimiento de la Morera (Benavides y col., 1986; Rodríguez y col., 1994; Boschini y col., 1998).

Este trabajo nos demuestra que las forrajeras tienen su productividad disminuida cuando se realizan cortes muy frecuentes y bajos, relacionado esto con la eliminación de los meristemas apicales cuyo desarrollo varía de acuerdo con la precocidad de alargamiento del tallo.

Calidad y Composición Química

Los valores de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* se presentan en el Cuadro 3 para las fracciones hoja y tallo. El análisis de varianza mostró efectos significativos ($P < 0.05$) para el contenido de proteína bruta y digestibilidad *in vitro* en las frecuencias de poda. El contenido de proteína bruta (%) y digestibilidad *in vitro* disminuye con el aumento de la frecuencia de poda.

El potencial de una forrajera no debe ser evaluado tomándose en consideración solamente datos cualitativos. El Cuadro 5 muestra que al realizar las podas a las 16 semanas, se presentó la mayor producción de materia seca tanto en hojas como en los tallos; sin embargo, se reportaron los menores porcentajes de proteína bruta y digestibilidad *in vitro*, presentando una baja calidad para una gran cantidad de materia seca producida. Los valores de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* que se dieron en este trabajo indican una calidad igual o superior a los reportados en Centroamérica por Benavides y col., 1994; Espinoza, 1996; Rojas y col., 1994; Jegou y col., 1994).

CONCLUSIONES

- La altura media de las plantas aumenta con las mayores frecuencias de poda y distancias de siembra.
- La producción de materia seca se incrementó en la medida que aumentaron las distancias de siembra y las frecuencias de poda. Sin embargo, con el aumento en la frecuencia de poda se manifestó un desmejoramiento en la relación de hoja-tallo. Se estimó que a partir del corte a las 12 semanas esa relación disminuyó y la planta de Morera fue adquiriendo una formación leñosa indeseable perdiendo su valor como productora de forraje arbustivo.

El aumento de intervalos entre cortes acarreó una disminución significativa en los contenidos de proteína bruta y digestibilidad *in vitro* tanto en hojas como en los tallos.

RECOMENDACIONES

Establecer la Morera a distancia de siembra entre plantas a 0.40 y 0.50 m.

Utilizar el forraje de la Morera preferiblemente a la 8^{va} semana de rebrote, ya que contiene los mayores niveles de nutrimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- BENAVIDES, J. 1995. Manejo y Utilización de la Morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas 2 (7): 27-30.
- BENAVIDES, J.; BOREL, R.; ESNAOLA, M.A. 1986. Evaluación de la producción de forraje del árbol de Morera (*Morus* sp.) sometida a diferentes frecuencias y alturas de corte. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de las Investigaciones realizadas con rumiantes menores en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico N°67. pp. 74-76.
- BENAVIDES, J. E.; LACHAUX, M.; FUENTES, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus* sp.). In J.E. Benavides, ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. II. Serie Técnica. Informe Técnico N° 236. CATIE, Turrialba, C.R. pp. 495-514.
- BLANCO, R. 1992. Distancia de siembra y altura de corte en la producción y calidad del forraje de Morera (*Morus* sp.) en el parcelamiento. Cuyunta, Escuintla, Guatemala. Universidad de San Carlos, Guatemala. 15 p.
- BOSCHINI, C.; DORMOND, H.; CASTRO, A. 1998. Producción de biomasa de la Morera (*Morus alba*) en la meseta Central de Costa Rica, establecida y cosechada a diferentes distancias de siembra, alturas y frecuencias de poda. Revista Agronomía Mesoamericana 9 (2): 28-39.
- COSTAS, N. DE L.; PAULINO V.T.; VEASEY, E.S.; LEONIDAS, F. DAS C. 1991. Effect of cutting frequency on the productivity of Leucaena. Leucaena Research Reports 12: 14-16.
- ESPINOZA, 1996. Efecto del sitio y de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la biomasa de tres variedades de Morera (*Morus*

alba). Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R. 86 p.

JEGOU, D.; WAELPUT, J. J.; BRUNSCHWIG, G. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus* sp.) y Amapola (*Malva-biscus arboreus*) en cabras lactantes. En J. E. Benavides (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. I. Serie Técnica. Informe Técnico N° 236. CATIE, Turrialba, C.R. pp. 155-162.

RODRÍGUEZ, C.; ARIAS, R.; QUIÑONES, J. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus* sp.) en el trópico seco de Guatemala. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico N° 236. Vol. II. CATIE, Turrialba, C.R. pp. 515-528.

ROJAS, H.; BENAVIDES, J. E.; FUENTES, M. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pastos y suplementadas con altos niveles de Morera. En J.E. Benavides (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. II. Serie Técnica. Informe N° 236. CATIE, Turrialba, C.R. pp. 305-320.

**DINÁMICA POBLACIONAL Y ENEMIGOS NATURALES DEL
PICUDO DE LA YEMA DEL MANZANO (*Amphidees latifrons*,
Sharp) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). COAHUILA, MÉXICO.
1999-2000 ¹.**

**POPULATIONAL DYNAMICS AND NATURAL ENEMIES OF THE APPLE
BUD WEEVEL (*Amphidees latifrons*, Sharp) (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE). COAHUILA, MÉXICO. 1999-2000 ¹.**

**José Ángel Lezcano Barrozo ²; Eugenio Guerrero Rodríguez ³;
Víctor M. Sánchez Valdez ⁴**

INTRODUCCIÓN

El "picudo de la yema del manzano" *Amphidees latifrons* Sharp, es una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de manzano, en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. En muestreos realizados por Ocaña (1996), en los principales cañones en la Sierra de Arteaga, encontró que este insecto está distribuido ampliamente en toda la región.

El daño que ocasiona este insecto se caracteriza por producir un anillamiento en las yemas vegetativas y florales y causa pérdidas de por lo menos un fruto por yema floral afectada. Además, afecta el desarrollo futuro de bolsas y dardos y la formación de las ramas terciarias cargadoras de fruto, impidiendo la correcta formación del árbol en sus etapas juveniles (Jiménez, 1996).

¹ Tesis para optar al grado de Maestría en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

² Ing. Agr., M.Sc. Parasitología Agrícola. IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC).
e-mail: jlezcano@idiap.gob.pa

³ Profesor, Ph.D. Investigador. Departamento de Parasitología. UAAAN.

⁴ Profesor, M.Sc. Investigador. Departamento de Parasitología. UAAAN.

Perales (1992) señala que se ha encontrado hasta un 70% de daño en yemas florales durante el reposo invernal del cultivo. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el comportamiento de este insecto durante el ciclo del cultivo y los factores de mortalidad que le afectan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en un huerto de manzano, ubicado en San Antonio de las Alazanas de Arteaga, Coahuila y en cámaras bioclimáticas del departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Se seleccionaron al azar cinco hileras de manzanos, dentro de las cuales se realizaron los monitoreos biológicos del adulto, colocando una trampa de cartón corrugado por árbol, a una altura de 30 cm del suelo y amarradas con hilo. Se colocaron 60 trampas por hilera. Se registró el número de adultos por trampa por árbol por hilera por semana obteniendo un muestreo semanal con cinco repeticiones. Los muestreos se realizaron del 10 de abril de 1999 al 27 de mayo de 2000, durante todo el ciclo del cultivo. Los adultos fueron colocados en la cámara de cría para observación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante un ciclo completo de 52 semanas, se muestrearon 260 árboles de manzano. En el muestreo de adultos se encontraron tres géneros de "picudos",

de los cuales la mayor población fue de *Amphidees*, el cual se determinó de acuerdo a las características morfológicas señaladas por Muñiz (1997) y Calderón (1999). De una población de 11,649 picudos colectados (en cinco repeticiones), el 98.01% pertenecían a especies del género *Amphidees*, mientras que el 1.35%, al género *Paranametis* y sólo el 0.64% a *Asynonychus godmani*. Estos resultados muestran la importancia que tiene el género *Amphidees*, como el principal causante del daño en las yemas del manzano (Cuadro 1).

Todavía no se ha determinado la función del *Paranametis* y el *Asynonychus*, dentro del hábitat de *Amphidees*; sin embargo, se han encontrado larvas en el suelo durante los meses en que no hay adultos de estos dos géneros.

La densidad por árbol del picudo de la yema fluctuó de 0.2 adultos por árbol en la primera semana de febrero, hasta 266 adultos por árbol, en la tercera semana de octubre, encontrando en este mes las densidades más altas de picudo por árbol. Ocaña (1996) y Calderón (1999), encontraron en esta huerta que la población de *A. latifrons* tiene un nivel de incidencia mucho más alto en el mes de julio, incrementándose a finales de los meses de agosto y septiembre.

A través de la cría en la cámara bioclimática se encontró que el picudo de la yema del manzano tiene algunos ene-

CUADRO 1. COLECTA DE *Amphidees latifrons*, *Paranametis* Y *Asynonychus*, DURANTE 52 SEMANAS, EN LA HUERTA DE MANZANO, EN SAN ANTONIO DE LAS ALAZANAS, ARTEAGA, DURANTE EL PERÍODO ABRIL 1999 A MAYO 2000.

Gen.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	%
<i>Amphidees</i>	133	306	454	324	624	1648	4349	220	377	261	474	196	185	98.01
<i>Paranametis</i>	0	0	0	35	46	54	14	1	0	0	0	1	6	1.35
<i>Asynonychus</i>	0	0	0	5	18	1	33	17	0	0	0	0	0	0.64

migos naturales del orden Diptera e Hymenoptera, siendo el parasitoide de mayor importancia el de la familia Tachinidae (Diptera). De la población de adultos provenientes de campo del mes de enero se encontró un 92.82% de adultos muertos por la acción de esta mosquita (Tachinidae), encontrando en las cámaras de cría 194 pupas, durante los 138 días que duró la cría en la cámara. Otros períodos en que se encontró un mayor número de muertes de adultos causados por parasitismo, fue en la población de picudos colectados a principios de marzo con un 70%, a finales de marzo, 83% y durante las dos primeras semanas de abril, 73.07% y 79.59%, respectivamente, no encontrando mortalidad de adulto durante los meses restantes.

Al analizar el efecto de los factores de mortalidad en el número de adultos, se encontró un efecto altamente significativo ($P = 0.0001$) de la mortalidad natural y la debida a parasitoides, no encontrando efectos significativos de los demás factores, con un coeficiente de regresión de 0.9434, que indica que el modelo explica que el 94.34% del efecto en el número de adultos de *A. latifrons* se debe a estos factores. En el análisis de correlación de los factores que intervienen en este estudio, se encontró que la mortalidad debida a otros factores y, la debida a los parasitoides y la humedad, tienen una asociación positiva, que afecta la población de adultos del picudo de la yema del manzano (Figura 1).

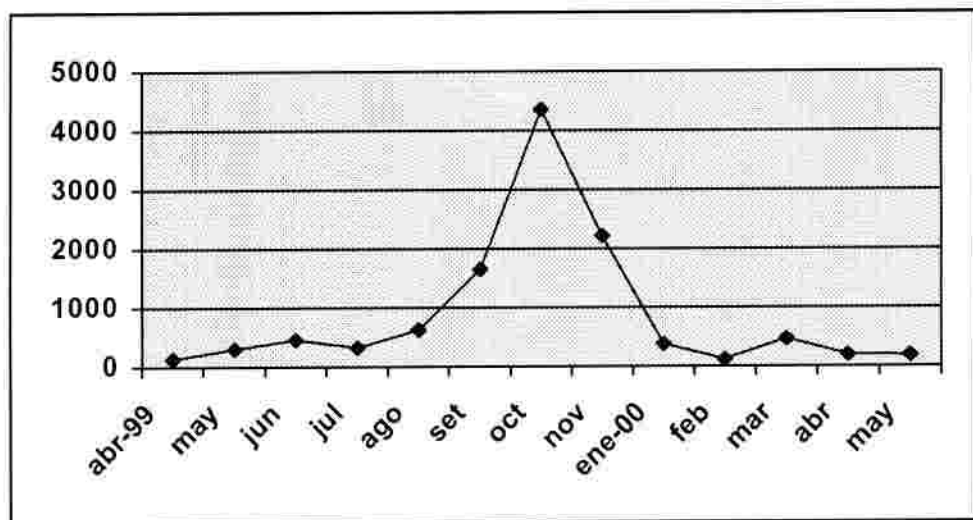


FIGURA 1. PATRÓN DE EMERGENCIA DEL *A. latifrons*, Y LOS FACTORES DE MORTALIDAD; EN CAPTURAS REALIZADAS EN UN HUERTO DE MANZANO EN SAN ANTONIO DE LAS ALAZANAS, ARTEAGA, COAHUILA.

Los resultados indican que existen en el medio ambiente factores que tienen un efecto limitante en las poblaciones de *A. latifrons*; sin embargo, el insecto tiene una gran capacidad de sobrevivencia, bajo condiciones adversas. También Ramírez (1995) encontró relación similar entre el número de adultos del barrenador del ruezno *Cydia caryana* y sus enemigos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- CALDERÓN, B., J. 1999. Descripción de los principales géneros de picudos (Coleoptera: Curculionidae) asociados al manzano en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis. Licenciatura. UAAAN. México. 45 p.
- DOMÍNGUEZ R., R. 1996. Taxonomía 2. Neuroptera a Coleoptera. Parasitología Agrícola. UACH. México. 248 p.
- GONZÁLEZ R., A. 1991. Fluctuación poblacional del gusano barrenador del ruezno *Cydia caryana* Fitch (Lepidoptera: Olethreutidae) su relación con el clima y la fenología del Nogal. Tesis. Maestría. UAAAN. México. 53 p.
- JIMÉNEZ M., J. A. 1996. Evaluación en campo de mezclas de insecticidas para el control del picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, México. 49 p.
- MUÑOZ V., R. 1997. Investigador, Estudios en entomología, Biología. Comunicación escrita. México. 3 p.
- OCAÑA R., O. 1996. Distribución e incidencia poblacional del picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* Say. (Coleoptera: Curculionidae), en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis. Licenciatura. UAAAN. México. 52 p.
- PERALES G., M. A. 1992. Parasitismo de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) y el picudo de la yema del Manzano *Anametis* sp Horn (Coleoptera: Curculionidae) en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, México. 49 p.
- RAMÍREZ C., M. D. 1995. Fenología y dinámica poblacional del barrenador del ruezno del nogal *Cydia caryana* (Fitch) (Lepidoptera: Tortricidae). Tesis. Maestría. UAAAN. México. 89 p.

AGRADECIMIENTO

Al Sr. Mario Padilla, por las facilidades ofrecidas en el desarrollo de este trabajo de investigación y a los doctores Jerónimo Landeros Florez y Gabriel Gállegos Morales por la revisión de este manuscrito.