

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 44

TRIMESTRE JULIO-SETIEMBRE 1994

NUMERO 3

CODEN:TURRAB 44(3):129-204

Inventario de artrópodos y hongos patógenos de <i>Annona</i> spp. en cuatro localidades de Honduras. C A. Granadino, R.D. Cave .....	129
Medios de comunicación y productores de la región central de Zacatecas, México. G. Galindo .....	140
Mineralogía de arenas en suelos loésicos del sudoeste pampeano, Argentina. M del C. Blanco, L F. Sánchez .....	147
Polvos vegetales para el combate de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch. y <i>Zabrotes subfasciatus</i> Boh. en maíz y frijol. D.A. Rodríguez, S. Sánchez .....	160
Efeito de adubação N, P e K na produção de alporques de cajueiro anão sob condições de irrigação. A. Guedes Almeida, F C. Guedes Almeida, J. Meneses Junior .....	168
Use of row cover in cantaloupe ( <i>Cucumis melo</i> L.) to delay infection of aphid-transmitted viruses in Honduras. H R. Espinoza, P.J. McLeod .....	179
Eficiencia energética en sistemas productivos agrícolas con diferentes grados de erosión hídrica. J. Denoia .....	184
Efecto del estrés hídrico en el estado reproductivo en pasto llorón <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad) Nees. C V. Echenique, P.A. Polci .....	189
Reseñas de libros .....	167, 204



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

# Inventario de Artrópodos y Hongos Patógenos de *Annona* spp. en Cuatro Localidades de Honduras<sup>1</sup>

C.A. Granadino\*, R.D. Cave\*

## ABSTRACT

An inventory of the arthropods and pathogenic fungi associated with *Annona* spp. in four localities in south-central Honduras is presented. Twenty-six herbivorous insect species are reported, of which three, *Calloconophora caliginosa* (Walker), *Anadasmus* sp. y *Platynota* sp., are reported for the first time. Eleven natural enemy species and their prey or hosts and five ant species are listed. Four pathogenic fungi are reported. The seasonal abundance of the main herbivores *Corythuca gossypii* (F.), *C. caliginosa*, *Membracis mexicana* (Guerin), *Saissetia oleae* (Bern) and *Parasaissetia nigra* (Nietner) on soursop (*Annona muricata* L.) in 1991 are determined at four localities.

## RESUMEN

Se presenta un inventario de los artrópodos y los hongos patógenos asociados con *Annona* spp. en cuatro localidades en el sur y centro de Honduras. Se enumeran 26 especies de insectos herbívoros, de las cuales tres, *Calloconophora caliginosa* (Walker), *Anadasmus* sp. y *Platynota* sp., se registran por primera vez. Se nombran 11 especies de enemigos naturales con sus presas u hospedantes y cinco especies de hormigas. Se informa de cuatro hongos patógenos. Se determina la abundancia estacional de los herbívoros principales *Corythuca gossypii* (F.), *C. caliginosa*, *Membracis mexicana* (Guerin), *Saissetia oleae* (Bern) y *Parasaissetia nigra* (Nietner) sobre guanábana (*Annona muricata* L.) en 1991 en cuatro localidades.

Palabras clave: *Annona* spp., abundancia estacional, herbívoros, enemigos naturales, hormigas

## INTRODUCCIÓN

El género *Annona* de la familia Annonaceae tiene aproximadamente 110 especies, pero las que se cultivan en la región centroamericana son principalmente *A. muricata* L. (guanábana), *A. reticulata* L. (anona, corazón de buey), *A. squamosa* L. (anona, ata), *A. cherimolia* Mill. (anona, chirimoya) y *A. diversifolia* Safford (ilama), cuyos centros de origen y domesticación están en el neotrópico (León 1968)

El uso frecuente de los frutos de las anonáceas es como fruta fresca, debido al agradable sabor y aroma de la pulpa, aunque la guanábana se utiliza en la elaboración industrial de helados y concentrados. Su demanda es grande en el mercado, pero su producción no es suficiente ante la escasa área cultivada y mínima tecnificación comercial en las plantaciones de anonáceas.

Los factores limitantes de la producción de *Annona* spp. son la carencia de variedades mejoradas y de híbridos y el poco conocimiento sobre sus problemas fitosanitarios. En México, Vidal (1982) reportó 70% de pérdidas por ataque de insectos en el total de frutos cosechados, inclusive el daño por patógenos que penetran por las lesiones causadas por los insectos.

Pocos países han documentado sus conocimientos sobre las plagas insectiles de la *Annona* spp. En Perú, la mosca de la fruta, *Anastrepha* sp., es la plaga más importante de la guanábana (García 1956). En

<sup>1</sup> Recibido para publicar el 7 de diciembre de 1992

Los autores agradecen a Christopher Dietrich por identificar *Calloconophora caliginosa*, a Thomas Henry por identificar *Jadera cornix* y a Jairo Castaño, Abelino Pitty y Luis del Río por revisar el manuscrito

\* Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, WI, 53706. EE.UU.

\* Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, Apdo. 93, El Zamorano, Hond.

México, Vidal (1982) observó nueve especies de insectos dañinos de follaje y frutos Popenoe (1920) reportó que la cochinilla *Pseudococcus filamentosus* Cockerell (Homóptera:Pseudococcidae) y las escamas insectiles son las plagas más agudas en Hawaii y México, respectivamente

El daño causado por los insectos perforadores del fruto es la posible entrada de hongos como *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. y *Rhizopus* sp., causantes de la antracnosis y la pudrición blanda, respectivamente (Popenoe 1920). Además, el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands. causa la enfermedad de tristeza o panizo (Ibar 1979)

La falta de información sobre los insectos nocivos y enfermedades de *Annona* en América Central ha redundado en una carencia de tácticas en el manejo de las mismas y ha provocado el abandono y desinterés por el cultivo. Por lo tanto, el presente estudio se realizó para incrementar el conocimiento acerca del complejo de artrópodos y patógenos asociados con las anonáceas. Es así que se determinaron las relaciones de los herbívoros y fitopatógenos con el árbol, las presas u hospedantes de los enemigos naturales y la estacionalidad de los organismos encontrados.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El inventario se realizó en los departamentos suroños Francisco Morazán y El Paraíso y que tienen la mayor producción de anonáceas de Honduras. Las zonas de producción están en los valles o las montañas que rodean los valles y se caracterizan climáticamente por una estación lluviosa (precipitación en promedio anual de 1000 mm -1200 mm y temperaturas de 18°C - 26°C) de mayo a octubre y una severamente seca (precipitación <50 mm y temperaturas de 20°C - 35°C) de noviembre a abril. Se seleccionaron cuatro sitios de estudio: Galeras (1000 msnm), en las faldas de las montañas al suroeste del valle del Yeguaré, es un área productora de maíz, caña de azúcar y cítricos, principalmente. Tatumbla (1100 msnm), en las montañas arriba del valle del Yeguaré y con temperaturas más bajas que las del valle, es un área productora de cítricos y mangos. San Francisco (800 msnm) y El Zamorano (825 msnm), en el valle del Yeguaré, con alta diversidad de cultivos, incluso frutales y ornamentales.

Se recolectaron insectos y fitopatógenos de árboles de *A. muricata*, *A. reticulata* y *A. squamosa*. Pa-

ra los insectos herbívoros, se determinaron los hábitos alimenticios que dañan las plantas. Para los enemigos naturales, se observó y notó la presa atacada. Los artrópodos adultos se colocaron en frascos letales y los inmaduros se colocaron en frascos de plástico para su transporte. Las muestras que incluyeron partes vegetativas fueron colocadas en bolsas de papel y, luego, en una hielera para evitar el exceso de transpiración por deterioro. Las muestras fueron procesadas e identificadas en laboratorio. Las larvas de insectos fueron criadas para la obtención de adultos o parasitoides.

Se recolectaron frutos para obtener herbívoros internos en julio, cuando la producción de frutos es más abundante. Estos se colocaron en envases de plástico transparente de 25 cm de altura por 10 cm de diámetro con la base interna recubierta por una capa de 4 cm de arena esterilizada. Las paredes de los envases tenían dos ventanas de 10 cm x 10 cm, cubiertas con malla fina. Los frutos permanecieron en los frascos durante 30 días. Los especímenes de referencia se depositaron en la colección del Centro de Inventario Agroecológico y Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana.

Entre diciembre de 1990 y diciembre de 1991, se evaluó la abundancia estacional de los principales insectos herbívoros foliares. En cada sitio de estudio se marcaron dos árboles de *A. muricata* con una altura aproximada de 4 m y mayor de seis años. Cada 30 días se recontaron los insectos herbívoros foliares en la copa del árbol mediante el examen visual de hojas, frutos, brotes, flores y ramas. Los árboles seleccionados nunca recibieron aplicaciones de plaguicidas.

Para hacer el inventario de patógenos fungosos del follaje se utilizaron cámaras húmedas, cultivos en medios artificiales para aislamiento y preparaciones en fresco para obtener estados requeridos para identificación. Se denotó la sintomatología de las enfermedades. Durante los primeros cinco días que permanecieron los frutos en los envases se aislaron patógenos causantes de lesiones en estos frutos; y, posteriormente, se identificaron.

#### RESULTADOS

Se encontraron 16 especies de insectos chupadores de los órdenes Homóptera y Hemíptera (Cuadro 1). La *C. caliginosa*, reportado por primera vez en

anonáceas, y *M. mexicana* atacaron frecuentemente brotes, flores y frutos. La escama negra, *P. nigra*, atacó hojas maduras, mientras que la escama negra, *S. oleae*, prefirió las ramas jóvenes. La chinche de encaje, *C. gossypii*, mostró preferencia por el envés de la hoja; las hojas atacadas presentaron un punteado clorótico en el haz, debido a su alimentación, y un punteado negro en el envés, que es el excremento de las ninfas.

Cuatro lepidópteros de cuatro familias causan la defoliación ocasional (Cuadro 1). El más frecuente fue *Anadasmus* sp. que provoca el daño como pegador de hojas. *Anadasmus* sp. y *Platynota* sp. fueron reportados, por primera vez, por daños en anonáceas. Se encontró que las larvas de *Chrysobothris* sp. barrenaron las ramas.

Se definieron como barrenadores del fruto un lepidóptero, dos dípteros y un himenóptero (Cuadro 1), de los cuales *Bephratelloides cubensis* apareció con mayor frecuencia; de 96 frutos examinados, un 44.8% estaban infestados por *B. cubensis*. Un promedio por fruto de 3.3 adultos (ámbito de uno a diez) de *B. cubensis* emergió de los frutos infestados. La hembra ovíparosita sobre el fruto y cuando el huevo eclosiona la larva perfora la epidermis y la pulpa del fruto hasta llegar a la semilla, de la que se alimenta, dejando solamente el pericarpio de la semilla. La pupa permanece dentro de la semilla y el adulto emerge a través de un orificio de 2 mm de diámetro en el exocarpio, por el cual se reconoce un fruto atacado.

La incidencia de *C. anonella* fue notablemente menor que la de *B. cubensis*, con sólo 7.3% de los

Cuadro 1. Herbívoros encontrados sobre anonáceas en cuatro localidades de Honduras.

Artrópodo	Parte afectada*	Localidad**	Meses
Orden Acari Familia Tetranychidae <i>Oligonychus</i> sp	H	Z	Diciembre
Orden Homóptera Familia Membracidae <i>M. mexicana</i> (Guerin) <i>C. caliginosa</i> (Walker)	B, Fr. Fl. H B, Fr. Fl. H	G, SF, T, Z G, SF, T, Z	Enero-diciembre Enero-diciembre
Familia Cicadellidae <i>Empoasca</i> sp	H	G T Z	Febrero-abril Enero-octubre Marzo-junio
<i>M. ventralis</i> (Signoret) Género no identificado	H H	SF T	Marzo Marzo, abril, agosto-octubre
Familia Aphididae <i>T. aurantii</i> (B de F)	B	G, Z	Abril-julio
Familia Diaspididae <i>S. articulatus</i> (Morgan) <i>Unaspis citri</i> Comstock	H H, Fr	G, SF, T, Z G, SF, T, Z	Enero-diciembre Marzo-mayo, julio
Familia Coccidae <i>P. nigra</i> (Nietner) <i>S. oleae</i> (Bern)	H R	G, SF, T, Z G, SF, T, Z	Enero-diciembre Enero-diciembre
Familia Pseudococcidae <i>Planococcus citri</i> (Risso)	H	SF, Z	Marzo-septiembre

(Cont. Cuadro 1.)

Artrópodo	Parte afectada*	Localidad**	Meses
Orden Hemíptera Familia Tingidae <i>C. gossypii</i> <i>Acanthocheila annigera</i> (Stal)	H	Z	Febrero, julio
Familia Pyrrhocoridae <i>Stenomacra marginella</i> (H.-S)	H	I	Mayo-diciembre
Familia Pentatomidae <i>Thyanta perditor</i> (F)	H	I	Marzo
Familia Rhopalidae <i>Jadera coturnix</i> (Burmeister)	H	SF	Mayo
Orden Coleóptera Familia Buprestidae <i>Chrysobothris</i> sp	R	I	Febrero
Orden Lepidóptera Familia Oecophoridae <i>Anadasmus</i> sp	H	SF	Enero-mayo, agosto, septiembre
<i>Cerconota anonella</i> (Scpp)	Fr	Z	Enero-marzo, julio-octubre
<i>Cerconota anonella</i> (Scpp)	Fr	SF, Z	Mayo, julio, agosto
Familia Tortricidae <i>Platynota</i> sp	H	Z	Agosto-octubre
Familia Psychidae Género no identificado	H	SF	Marzo
Familia Noctuidae <i>Sabulodes</i> sp	H	G SF	Marzo-mayo, agosto Febrero-abril, julio
Orden Díptera Familia Tephritidae <i>Anastrepha striata</i> Schiner	Fr	G Z	Julio Junio-julio
Familia Lonchaeidae <i>Neosilba</i> sp.	Fr	Z	Febrero
Orden Hymenóptera Familia Eurytomidae <i>B. cubensis</i> (Ashmead)	Fr	G, SF, I, Z	Junio-septiembre

\* B=brotes, Fr=fruto, Fl=flor, H=hojas, R=ramas

\*\* G=Galerías, SF=San Francisco, I=Tatumbá, Z=El Zamorano

frutos infestados y, apenas, un individuo por fruto. Los frutos dañados presentan perforaciones de 3 mm - 4 mm en el exocarpio. La hembra ovíparita sobre el fruto y la larva barrenadora la pulpa hasta llegar a la semilla, de la cual se alimenta. La pupa permanece en el exocarpio, y es visible desde el exterior del fruto.

Se observaron 11 especies de enemigos naturales de las clases Insecta y Arachnida (Cuadro 2). La *Cycloneda sanguinea*, el ácaro *Leptus* sp. y la avispa social *P. apicalis* fueron los más comunes. Se obser-

vó también a *P. apicalis* en la polinización de las flores. Se registró, por primera vez, a *Gonatocerus* sp. como atacante de los huevos y a *Leptus* sp. como parásito de ninfas y adultos de *C. caliginosa*.

Se encontraron cinco especies de hormigas sobre los árboles (Cuadro 3) generalmente cerca de los lugares donde existían escamas, membrácidos y áfidos, de cuya mielecilla se alimentaron. *Crematogaster* sp. y *Camponotus* sp. fueron las más comunes en los árboles.

Cuadro 2. Enemigos naturales encontrados sobre anonáceas en cuatro localidades de Honduras.

Enemigo natural	Tipo	Presa	Localidad*	Meses
Orden Araneae Familia Gnaphosidae Género no identificado	Depredador	Varias	G SF Z	Marzo-junio Abril-mayo Febrero-abril
Orden Acari Familia Erythraeidae <i>Leptus</i> sp	Parásito	<i>C. caliginosa</i>	G SF	Febrero-marzo, junio-julio Junio-septiembre
Orden Hemiptera Familia Reduviidae <i>Heza ephippium</i> Stal	Depredador	Varias	G	Marzo
Orden Neuroptera Familia Chrysopidae <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen)	Depredador	<i>T. aurantii</i>	SF	Junio-julio
Orden Coleoptera Familia Coccinellidae <i>Azya orbigera</i> <i>orbigera</i> Mulsant	Depredador	<i>S. articulatus</i>	T	Febrero-abril Septiembre-octubre
<i>Cycloneda</i> <i>sanguinea</i> (L.)	Depredador	<i>T. aurantii</i>	G Z	Junio-agosto Mayo-julio
<i>Hippodamia convergens</i> Guerin	Depredador	<i>T. aurantii</i>	G Z	Junio-julio Mayo-julio
Orden Hymenoptera Familia Braconidae <i>Bracon</i> sp	Parasitoide	Pupa de Psychidae	SF	Marzo

(Cont. Cuadro 2.)

Enemigo natural	Tipo	Presa	Localidad <sup>*</sup>	Meses
Familia Eupelmidae <i>Lecaniobius cockerelli</i> Ashmead	Parasitoide	<i>P. nigra</i>	Z	Julio
Familia Mymaridae <i>Gonatocerus</i> sp.	Parasitoide	Huevos de <i>C. caliginosa</i>	G	Julio
Familia Vespidae <i>Parachartergus</i> <i>apicalis</i> (F.)	Depredador	Varias	G SF I Z	Junio-agosto Julio-septiembre Marzo-mayo Febrero-marzo

\* G=Galeras, SF=San Francisco, T=Tatumbia, Z=El Zamorano

Los herbívoros encontrados con más frecuencia sobre guanábana durante el año fueron *C. caliginosa*, *M. mexicana*, *P. nigra*, *S. oleae*, *C. gossypii*. Por eso, se estudió la abundancia estacional de estos cinco insectos.

La *C. gossypii* fue más común en San Francisco, El Zamorano y Galerías. En estas tres localidades, las poblaciones fueron más altas (mayor que 30 por árbol) en los meses secos de febrero a abril, reduciéndose al final de la estación seca (Fig. 1). Sus densidades aumentaron de nuevo al iniciarse las lluvias en junio. El número de adultos casi siempre fue menor que el de ninfas.

Cuadro 3. Hormigas sobre anonáceas en cuatro localidades de Honduras.

Hormiga	Localidad <sup>†</sup>	Meses
<i>Camponotus</i> sp.	G, SF, Z	Febrero-diciembre
<i>Crematogaster</i> sp.	G, SF, I, Z	Enero-diciembre
<i>Cryptocerus</i> sp.	SF	Enero-marzo
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (F.)	G, Z	Mayo-julio
<i>Solenopsis geminata</i> (F.)	I, Z	Septiembre-diciembre

\* G=Galerías, SF=San Francisco, T=Tatumbia, Z=El Zamorano

Las infestaciones de *C. caliginosa* fueron mayores en San Francisco y Galerías. Las ninfas y adultos en tres localidades (excepto San Francisco) mostraron incrementos poblacionales a partir de febrero hasta los primeros meses de la estación lluviosa (Fig. 2). En San Francisco la población decreció en forma continua, con excepción de un leve rebrote inmediatamente después de iniciarse las lluvias en junio. Casi siempre hubo mayor cantidad de ninfas que adultos. Se observó que las masas de huevos fueron colocadas en las ramas con brotes. La cantidad de masas por árbol se incrementó en la estación lluviosa. Las ninfas mostraron un comportamiento gregario y succionaron flores y frutos, que fueron más abundantes en la estación lluviosa. Los adultos copularon sobre las ramas.

Se observaron las mayores cantidades de *M. mexicana* en El Zamorano, San Francisco y Galerías. Dos picos poblacionales se presentaron en cada localidad (Fig. 3). El primero se notó en los meses secos, de enero hasta mayo. El segundo, durante los meses lluviosos de agosto hasta octubre. Se observó mayor número de ninfas que de adultos. Las ninfas tuvieron hábitos gregarios y se alimentaron de los brotes tiernos, flores y frutos, mientras que los adultos se alimentaron de modo solitario de las hojas desarrolladas. Los adultos copularon sobre el follaje de los árboles. Las hembras ovipositaron en masas sobre ramas tiernas en las que existieron brotes.

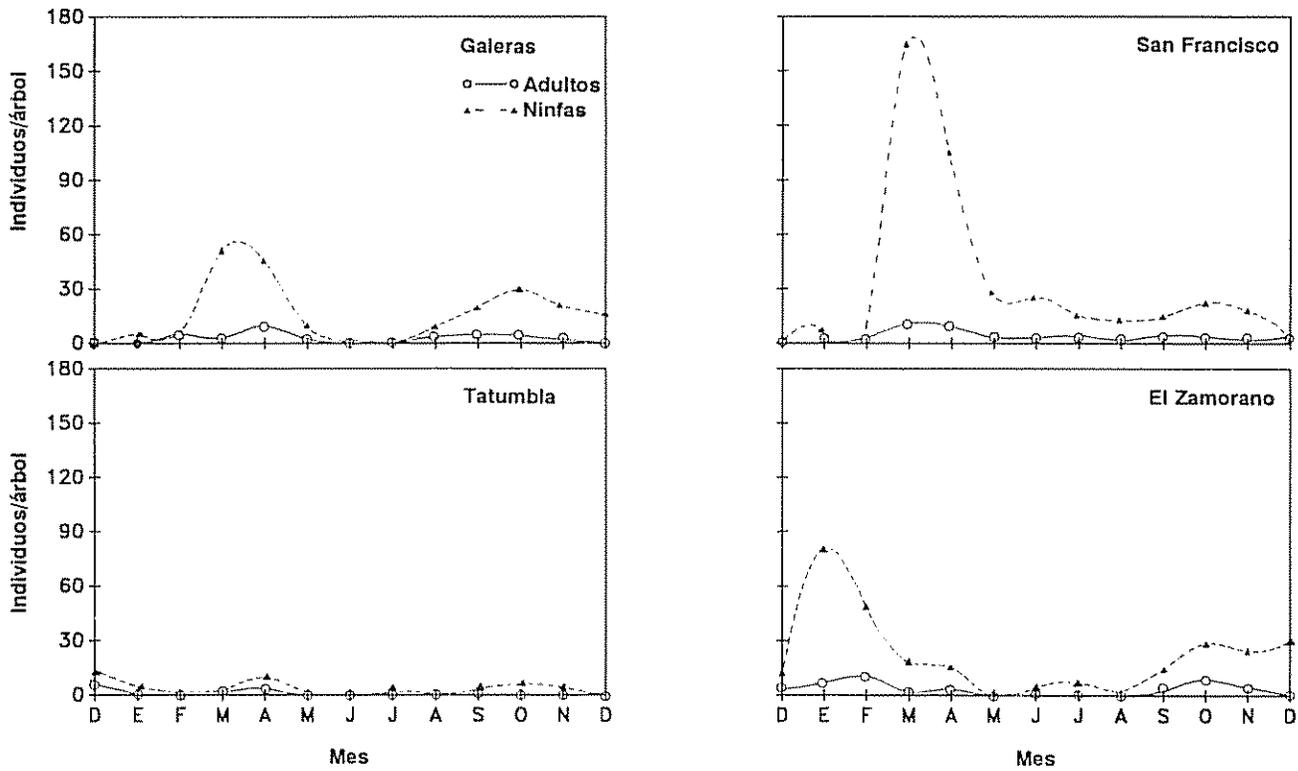


Fig. 1. Abundancia estacional de adultos y ninfas de *C. gossypii* en guanábana (diciembre 1990 - diciembre 1991).

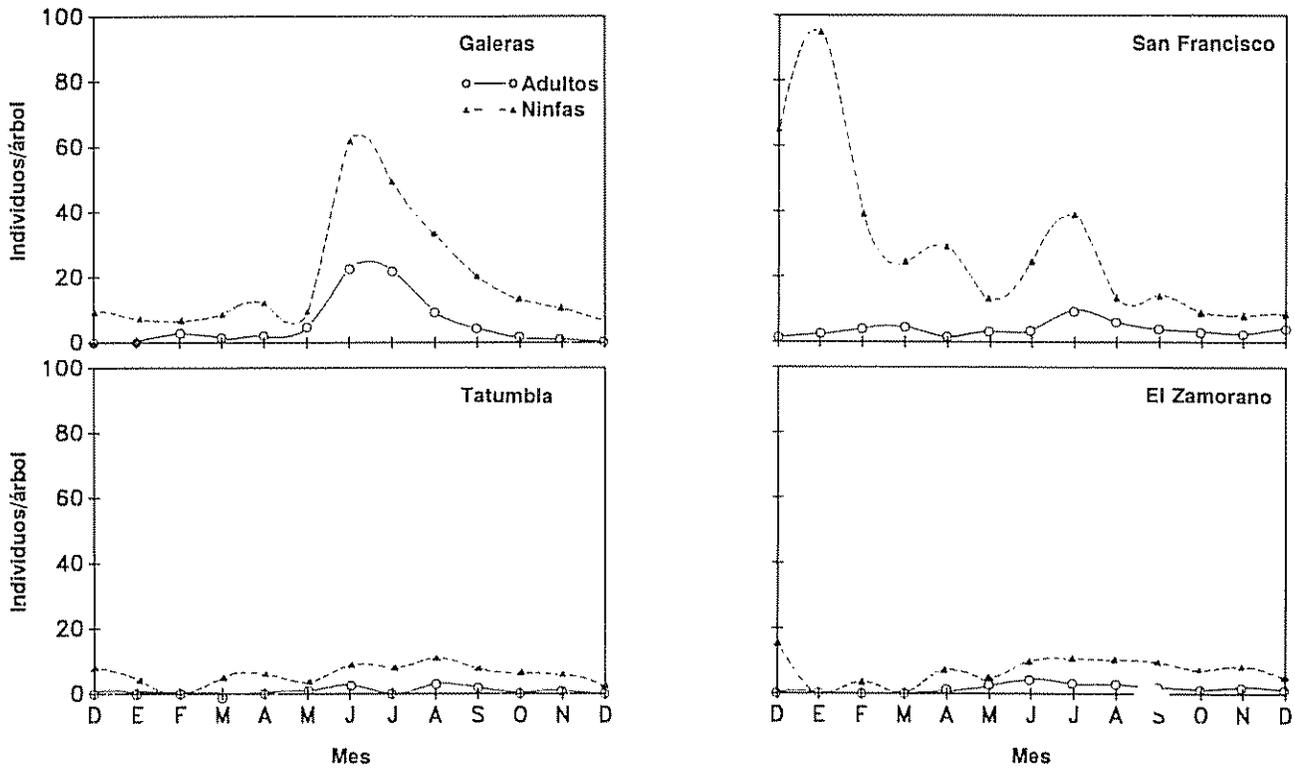


Fig. 2. Abundancia estacional de adultos y ninfas de *C. caliginosa* en guanábana (diciembre 1990 - diciembre 1991).

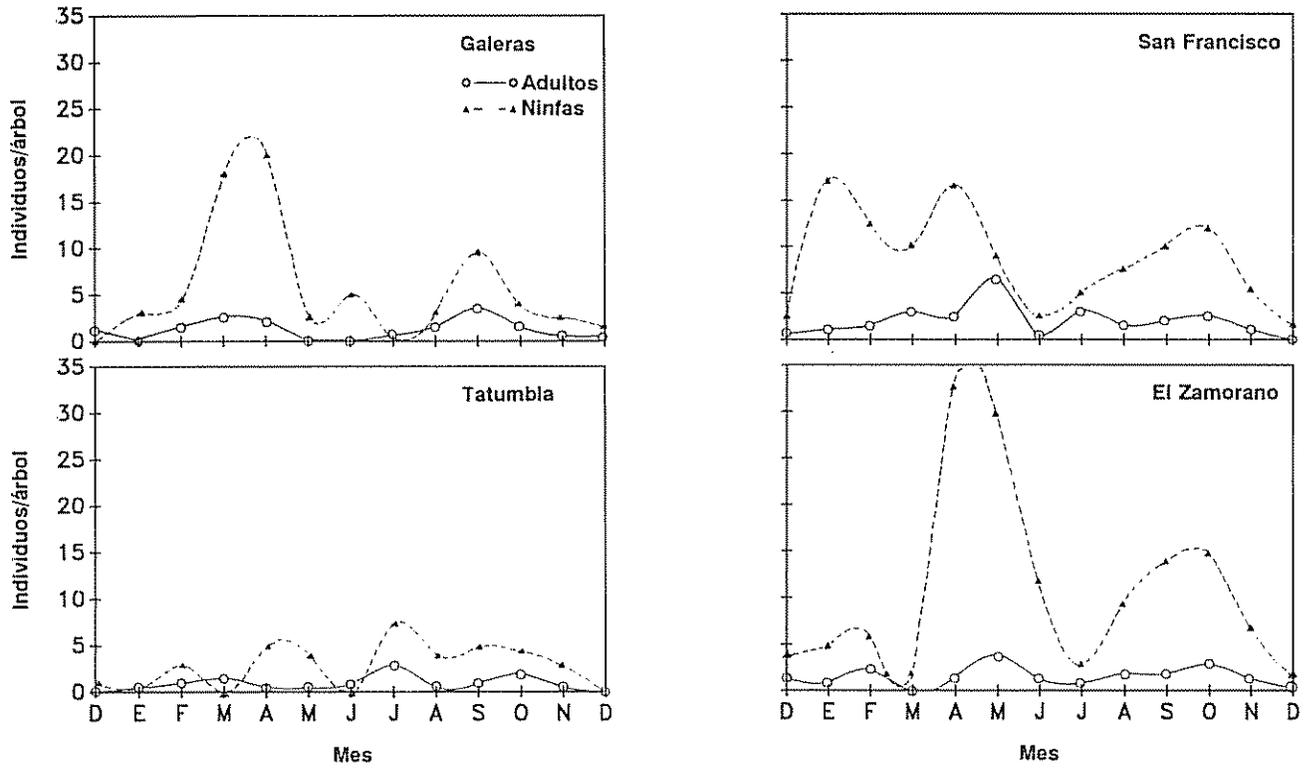


Fig. 3. Abundancia estacional de adultos y ninfas de *M. mexicana* en guanábana (diciembre 1990 - diciembre 1991).

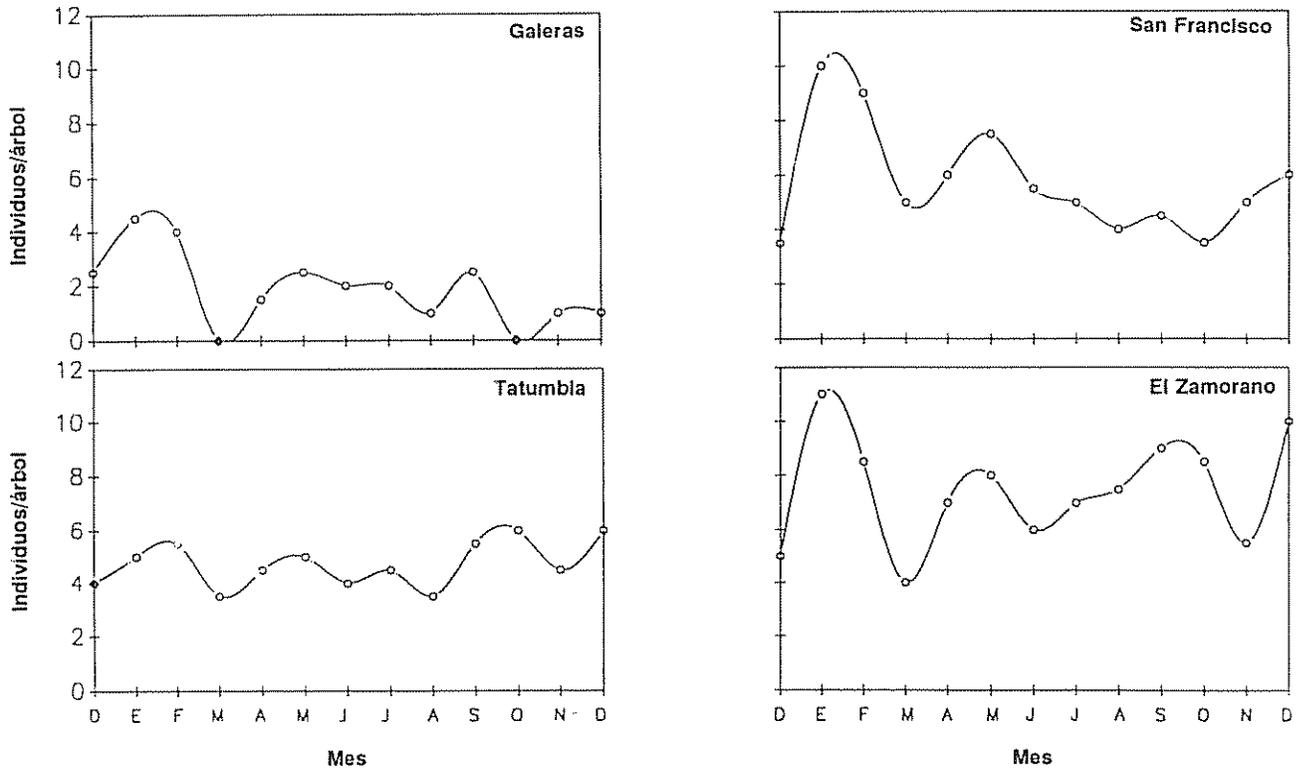


Fig. 4. Abundancia estacional de *S. oleae* en guanábana (diciembre 1990 - diciembre 1991).

La *S. oleae* fue más común en El Zamorano y San Francisco; mostró poca variación en sus poblaciones durante el año, aunque se vio una tendencia leve a mayores infestaciones durante enero y febrero en Galeras, San Francisco y El Zamorano (Fig. 4).

Se observaron mayores infestaciones de *P. nigra* en Galeras, San Francisco y El Zamorano. Los picos poblacionales se presentaron en tres localidades en junio y decrecieron a lo largo de los meses siguientes (Fig. 5). En El Zamorano se observaron mayores poblaciones desde marzo a mayo, los meses más secos y calientes.

Cuatro hongos patógenos causaron daño en distintas partes del árbol, diferentes localidades y meses (Cuadro 4). El más común fue *C. gloeosporioides*, presente en todas las localidades. Las partes media y baja de la copa del árbol fueron más atacadas. En las hojas, el daño se presentó como necrosis y se inició, a veces, en el ápice de la hoja o en los bordes. Las necrosis son de color café al inicio pero, posteriormente, se tornan negras hasta causar la caída de la hoja. En los frutos dañados, se observaron manchas pardas, las cuales a medida que crecieron se

tornaron negras, hasta que el fruto se momificó totalmente. En algunos casos, el fruto cayó antes de momificarse completamente o sin daño aparente, porque este hongo también ataca el pedúnculo del fruto, causando necrosis y debilitamiento del mismo.

Se observó *C. anonae* solamente en una localidad, causando manchas foliares de color crema y, más o menos, circulares. El ataque de *Botrytis* sp. no se consideró importante ya que se localizó solamente en los pétalos externos de la flor, donde originó manchas pequeñas pardas. Se observó *Rhizopus* sp. como causante de la pudrición blanda en el fruto.

DISCUSIÓN

Aunque existe amplia diversidad de herbívoros asociados con anonáceas, se observaron relativamente pocos enemigos naturales, especialmente arañas y parasitoides de los membrácidos, escamas y áfidos. La presencia de hormigas asociadas a éstos, a los que protegen de sus enemigos naturales, es una posible explicación del bajo nivel de enemigos naturales encontrados en asociación con estos herbívoros

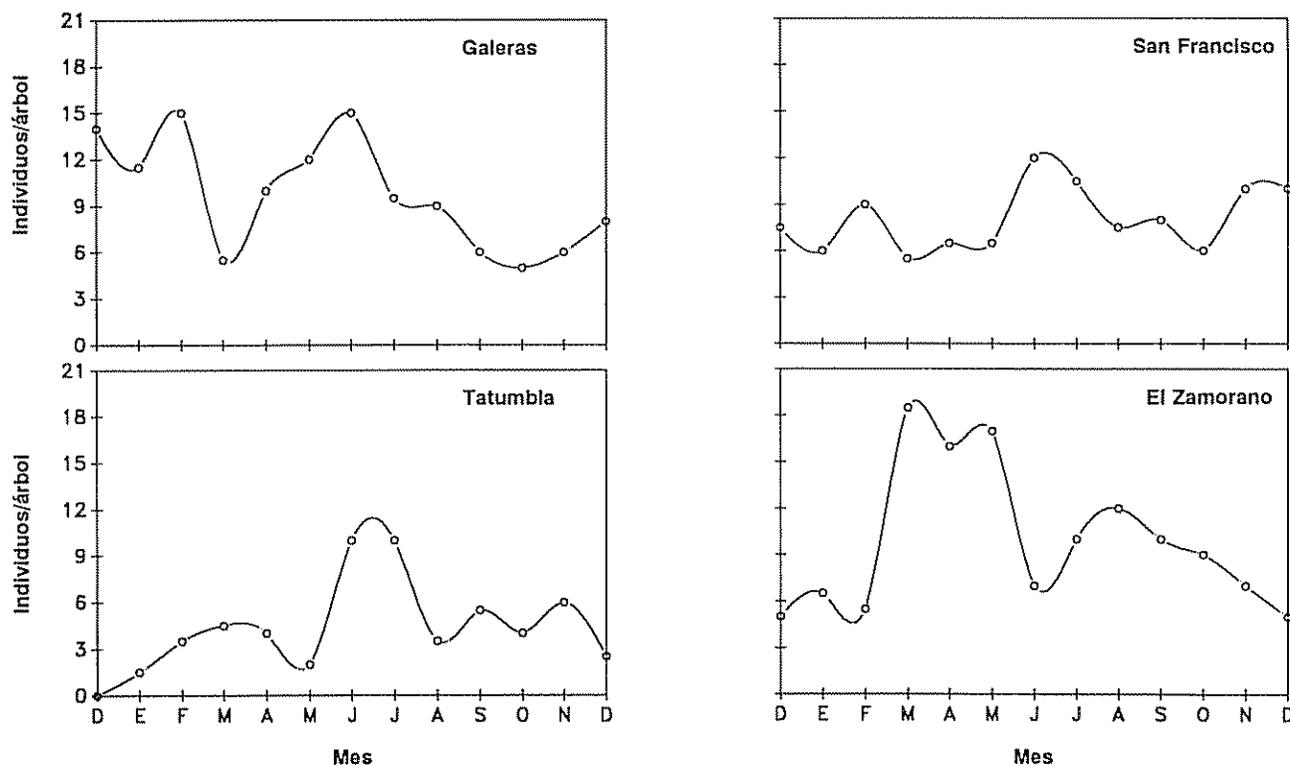


Fig. 5. Abundancia estacional de *P. nigra* en guanábana (diciembre 1990 - diciembre 1991).

Cuadro 4. Hongos fitopatógenos de anonáceas en cuatro localidades de Honduras.

Hongo	Parte afectada*	Localidad**	Meses
<b>Clase Deuteromycetes</b>			
Orden Melanconiales			
Familia Melanconiaceae			
<i>C. gloeosporioides</i>			
Penz	H, Fr, Fl, P	G, SF, I, Z	Enero-diciembre
Orden Moniliales			
Familia Moniliaceae			
<i>Botrytis</i> sp.	Fl	G, SF	Mayo-agosto
Familia Dematiaceae			
<i>C. anonae</i>			
Muller & Chupp	H	I	Agosto, septiembre
<b>Clase Zygomycetes</b>			
Orden Mucorales			
Familia Mucoraceae			
<i>Rhizopus</i> sp.	Fr	G, I	Junio-septiembre

\* H=hoja, Fr=fruto, Fl=flor, P=pedúnculo

\*\* G=Galeras, SF=San Francisco, I=Iatumbra, Z=El Zamorano

Los períodos de alta temperatura y baja precipitación favorecen las infestaciones de *C. gossypii*. Sus poblaciones son altas en la estación seca, cuando en general las temperaturas máximas son mayores que 35°C y cuando la humedad relativa es menor del 50 por ciento. Al final de la estación seca, las poblaciones decrecen porque el árbol pierde follaje y el que queda es viejo y no adecuado nutricionalmente para el insecto. El crecimiento poblacional comienza de nuevo después del inicio de las lluvias en junio, cuando los árboles empiezan a producir nuevas hojas. Sin embargo, las densidades no son tan altas como en la estación seca, posiblemente porque las ninfas son poco móviles y los adultos son malos voladores, lo que limita su capacidad de escape al impacto de las gotas de lluvia sobre las hojas, a pesar de que se encuentran en el envés de éstas.

La estación lluviosa favorece *C. caliginosa*. Las poblaciones más altas del membrácido, desde mayo a julio, se atribuyen a que los árboles retoñan en estos meses y es, en los brotes tiernos, donde los insectos se alojan y alimentan. Las lluvias parecen no tener tanto efecto físico sobre *C. caliginosa* como so-

bre *C. gossypii*, aparentemente por el sitio de alimentación o la forma del cuerpo (lateralmente plano).

La *M. mexicana* mostró mayor número de individuos por árbol, desde marzo a junio, debido a que los árboles en este período producen mayor número de brotes, flores y frutos, lo que aporta alimento para este membrácido. Sin embargo, este insecto también incrementa sus poblaciones aun desde enero hasta marzo cuando los frutos están en maduración. Como en el caso de *C. gossypii*, los períodos de alta temperatura y baja precipitación favorecen las infestaciones de *M. mexicana*.

La abundancia estacional relativamente uniforme de *S. oleae* se atribuye a que las ramas jóvenes, donde se alojan las escamas, están distribuidas en toda la copa del árbol y se mantienen durante todo el año en el árbol. Las infestaciones de *P. nigra* son mayores desde marzo hasta junio por la existencia de mayor cantidad de hojas anuales en el árbol, lo que brinda alimento para esta plaga. Además, el follaje la protege contra el efecto negativo de agentes abióticos, como lluvia, luminosidad y viento.

Las hormigas existentes en estos árboles podrían actuar como transporte de *C. gloeosporioides* hacia el follaje, aunque se concentran más en la parte media y baja del árbol, donde hay mayor número de homópteros. Esto también explicaría el mayor ataque de este hongo a las partes media y baja. Otra explicación podría ser que el follaje es más abundante en estas partes, que causa la formación de un microclima más favorable para el desarrollo de *C. gloeosporioides*.

#### CONCLUSIONES

El complejo de artrópodos y patógenos sobre las anonáceas es amplio. Sin embargo, de 26 herbívoros existentes en el sur y centro de Honduras, solamente siete son abundantes y, regularmente, en cuatro localidades y/o en todo el año. La diversidad reducida de enemigos naturales se debe, probablemente, a la presencia del complejo de hormigas.

Los principales herbívoros del follaje son cinco especies: *C. gossypii*, *C. caliginosa*, *M. mexicana*, *S. oleae* y *P. nigra*. De ellas, *C. gossypii* es la más dañina por sus poblaciones más altas y su alimentación que reduce la capacidad fotosintética de las hojas. En general, los cinco herbívoros son más abundantes durante períodos calientes y con poca precipitación,

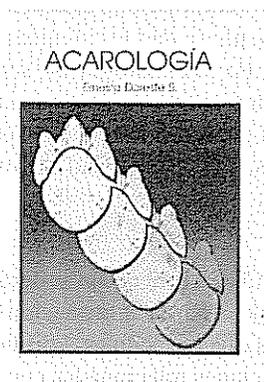
pero también incrementan sus poblaciones de julio hasta septiembre, ya que en este período los árboles producen mayor número de brotes, flores y frutos. *B. cubensis* es el principal perforador de los frutos.

El patógeno más importante es el hongo *C. gloeosporioides*, que ataca el follaje y fruto y causa su caída. Además se presenta en las cuatro zonas a través del año.

#### LITERATURA CITADA

- GARCIA, E. 1956. La chirimoya. Lima, Perú, Estación Experimental Agraria "La Molina", Programa Cooperativo de Experimentación Agropecuaria. Circular no 71. 26 p.
- IBAR, L. 1979. Cultivo del aguacate, chirimoya, mango, papaya. Barcelona, Aedos. 230 p.
- LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José. IICA. p 467-473
- POPENOE, W. 1920. Manual of tropical and subtropical fruits, excluding the banana, coconut, pineapple, citrus fruits, olive. New York, MacMillan. 250 p.
- VIDAL HERNANDEZ, L. V. 1982. El cultivo de la guanábana en México. Veracruz. Dirección General de Educación Popular. 51 p.

#### LIBRO RECOMENDADO



*Acarología*. E. Doreste S. 2a. ed. 1988. 410 p.  
ISBN 92-9039-133 2.

US\$12.00

Profundiza en sus 13 capítulos, 12 cuadros y 94 figuras, aspectos relevantes de esta disciplina científica. La exposición metodológica y amplia descripción de los ácaros hacen de esta obra una valiosa fuente de referencia y consulta en taxonomía, metodología de control y descripción gráfica. Constituye un gran aporte a la educación agropecuaria superior en América Latina y el Caribe.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

# Medios de Comunicación y Productores de la Región Central de Zacatecas, México<sup>1</sup>

G. Galindo\*

## ABSTRACT

In 1992, a study was conducted among the farmers in the central region of the state of Zacatecas, Mexico, for the purpose of characterizing them in accordance with the following variables: exposure to communications media, contact with the Calera Experimental Station, relationships with agents of change, contact with commercial firms, contact with official entities of the sector, cosmopolitanism, empathy, age and level of schooling. To accomplish this, a sample of 99 individuals was selected at random from a total of 10 982. The findings showed that the communications media most used by the receivers were television and radio, and that the preferred media for receiving information were primarily talks, demonstrations and training courses. Also, it was concluded that the farmers interviewed have considerable contact with agents of change who provide technical assistance. Lastly, it was determined that exposure to the communications media used by the receivers was closely related to the following variables: age, level of schooling, empathy, cosmopolitanism, relations with agents of change and contact with official entities of the sector.

## INTRODUCCIÓN

En México, uno de los grandes retos en las instituciones encargadas de generar tecnologías de producción y de promover el desarrollo rural es reducir la brecha entre producción potencial factible y la obtenida por la mayoría de los productores agropecuarios.

En la región central del estado de Zacatecas, se encuentra desde 1971 el Campo Experimental Calera (CECAL), dependencia del Instituto Nacional de In-

## RESUMEN

En la región central del estado de Zacatecas, México, se realizó en 1992, entre los productores agropecuarios, un estudio sobre medios de comunicación, con base en las siguientes variables: Exposición a medios de comunicación, contacto con el Campo Experimental Calera, relación con agentes de cambio, contacto con casas comerciales y con dependencias oficiales del sector, carácter cosmopolita, empatía, edad y grado de escolaridad. Se estableció una muestra aleatoria de 99 personas de 10 982 individuos. Se demostró que los medios de comunicación más empleados por los receptores fueron la televisión y la radio; y los medios preferidos fueron principalmente conversaciones, demostraciones y cursos de capacitación. Por otra parte, se evidenció el alto contacto de los productores entrevistados con los agentes de cambio que prestan asistencia técnica. Finalmente, se demostró una significativa correlación entre exposición a los medios de comunicación empleados y las siguientes variables: Edad, escolaridad, empatía, carácter cosmopolita, relación con agentes de cambio y con dependencias oficiales del sector.

Palabras clave: Extensión agrícola, difusión y transferencia de tecnología.

vestigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Actualmente se dan los siguientes programas de investigación: Tecnología de semillas, vid, enología, maíz, duraznero, recursos genéticos, matemáticas aplicadas, malezas, sistemas de producción, forrajes, cereales, frijol, fertilidad de suelos y uso y manejo del agua.

Desde el inicio, el CECAL tiene un programa de difusión técnica para procesar la información tecnológica resultante de las investigaciones y difundirla a funcionarios de instituciones relacionadas con el medio rural y a los agentes de cambio, agricultores, ganaderos y público, en general. Para cumplir con este objetivo se usan diferentes medios de comunicación, como son los periódicos, radio, demostraciones, exposiciones y publicaciones, entre otros.

<sup>1</sup> Recibido para publicar el 23 de mayo de 1994

\* Campo Experimental Calera (CECAL). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Zacatecas, Méx.

No se conocen los medios que les permiten a los productores recibir información, en general, y mensajes agropecuarios, en particular. Tampoco, si los receptores son usuarios de los medios empleados por el personal del CECAL durante los últimos años

De acuerdo con lo anterior, se realizó un estudio con los siguientes objetivos:

- Caracterizar a los productores agropecuarios del Distrito de Desarrollo Rural de Zacatecas, en relación con las variables: exposición a medios de comunicación, contacto con CECAL, relación con agentes de cambio y casas comerciales, contacto con dependencias oficiales del sector, carácter cosmopolita, empatía, edad y grado de escolaridad.
- Determinar la asociación entre la variable dependiente "exposición a los medios de comunicación" y las variables independientes.
- Conocer los medios de comunicación preferidos por los productores para recibir información agropecuaria y aportar sugerencias para la transferencia de tecnología al medio rural.
- Determinar el impacto de los medios de comunicación implementados por CECAL para difundir la tecnología generada por esa institución.

La investigación se realizó en la región central del estado de Zacatecas, que cubre los municipios de Zacatecas, Veta Grande, Morelos, Guadalupe, Calera, Enrique Estrada, Pánuco y Villa de Cos. El área cuenta con 254 995 ha de uso agrícola, de las cuales 19.2% son de riego y 80.8% de temporal; 615 301 ha son de uso pecuario y 52 040, de uso forestal. La superficie total del Distrito es de 922 336 hectáreas. Bajo riego y temporal, se siembran diferentes cultivos entre los que se destacan el frijol, el maíz, los cereales (avena, trigo y cebada), el duraznero, el manzano, la vid, el nopal, las hortalizas (chile, cebolla y ajo) y algunos pastos.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación abarcó a 10 982 productores (ejidatarios y propietarios) de los municipios mencionados. Por trabajar con una población finita, el procedimiento para determinar la muestra fue el siguiente:

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1}$$

donde:

n = muestra  
N = población  
d = precisión

con d = 0.1 se tuvo que:

$$n = \frac{10\,982}{10\,982(0.1)^2 + 1} = 99$$

Para determinar la asociación entre la variable dependiente y las independientes se empleó la correlación de Spearman:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{N^3 - N}$$

Como la muestra fue mayor de 10, la significación de las correlaciones obtenidas según la hipótesis de nulidad ( $H_0$ : no existe relación entre la variable dependiente y las variables independientes), se probó por:

$$t = r_s \sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}}$$

El valor definido por esta fórmula está distribuido, como la "t" de Student, con  $gl = N - 2$ ; por lo tanto, la probabilidad asociada de acuerdo con el  $H_0$  de cualquier valor tan extremo como un valor observado de  $r_s$  puede determinarse con el cálculo de la "t" asociada con ese valor por medio de la segunda fórmula indicada (Siegel 1975). La muestra se distribuyó en forma proporcional según el número de productores por municipio; posteriormente, en forma aleatoria, fueron seleccionados los agricultores que serían entrevistados.

Para recopilar información sobre las variables indicadas, se diseñó y aplicó un cuestionario.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Exposición a los medios de comunicación

## Radio

Del total de la población estudiada, el 97.9% manifestó que la radio era su principal medio de información, lo cual lo confirma como uno de los de mayor penetración en el medio rural; los resultados coinciden con los encontrados por otros autores (Carbonell 1978; González 1985; Rodríguez 1987; Victoria y Milton 1974).

En cuanto al horario de los radioescuchas, se estableció un promedio de 90 minutos al día, y especialmente temprano por la mañana

En relación con las radiodifusoras en la región central del estado de Zacatecas, sobresale la XEYOQ de la ciudad de Fresnillo, Zac, lo cual coincide con lo que encontrado por Galindo (1992) en ese estado (Cuadro 1). Es importante destacar que en esa radiodifusora, CECAL transmite desde enero de 1978 el programa agropecuario "Amanecer en el campo", los sábados de cada semana, donde se dan los resultados en investigación de esa institución; y que el 30% de los entrevistados afirmó escuchar regularmente el programa.

También se determinó que la exposición a la radio está asociada con aquella a otros medios de comunicación (televisión, folletos y revistas), la empatía, la

**Cuadro 1. Radiodifusoras escuchadas por los productores agropecuarios de la región central del estado de Zacatecas (1992).\***

Radiodifusora	Ciudad	Frecuencia	(%)
XEYOQ	Fresnillo, Zac.	44	44.4
XEXZ	Zacatecas, Zac.	24	24.2
Super G	Guadalupe, Zac	19	19.2
XEIH	Fresnillo, Zac	14	14.6
XEMA	Fresnillo, Zac	7	7.0
XELK	Zacatecas, Zac	4	4.0
XEW	México, D F	4	4.0
XEEL	Fresnillo, Zac	2	2.0

\* Algunos productores señalaron más de una radiodifusora.

edad (en forma negativa), el carácter cosmopolita y el contacto con CECAL.

## Periódicos

El 28.3% de los productores leen el periódico, y destacan El Sol y Momento, de la ciudad de Zacatecas, Zac (Cuadro 2). La mayoría de los entrevistados emplea este medio de comunicación tres veces por semana, lo cual coincide con lo registrado por Gutiérrez (1989). Este resultado es bajo si se lo compara con el encontrado por Ugalde, Cruz y Reyes (1989), quienes indican que en la zona central de Veracruz el 46% de los productores leen el periódico diariamente y el 16.3% cada tercer día.

**Cuadro 2. Periódicos leídos por los productores agropecuarios de la región central del estado de Zacatecas (1992).\***

Periódico	Ciudad	Frecuencia	(%)
Sol	Zacatecas, Zac	20	20.2
Momento	Zacatecas, Zac	17	17.2
Heraldo	Zacatecas, Zac	6	6.1
Imagen	Zacatecas, Zac	1	1.0

\* Algunos productores señalaron más de un periódico

Las razones para no leer el periódico son: Dificultad para conseguirlo (42.4%), ausencia de hábito de lectura (12.1%), falta de tiempo (8.0%) y analfabetismo (9.0%).

La exposición al periódico presentó una correlación significativa con aquella a la televisión, revistas y folletos, con relación a los agentes de cambio, la empatía y la escolaridad.

En cuanto a la "Sección agropecuaria", publicación semanal de CECAL en el periódico Momento de Zacatecas, solamente el 10.1% de los entrevistados efectúa una lectura regular. Galindo (1992), en un estudio sobre el impacto de esta Sección, determinó un alto interés por la utilidad de la información publicada por parte de los lectores del periódico Momento, sobre todo de quienes están relacionados con el proceso productivo rural; además, para la mayoría, es el único medio de información agropecuaria.

### Folletos y revistas

En cuanto a los folletos y revistas de índole agropecuaria, el 22.2% se expone a estos medios y la mayoría de vez en cuando, lo cual coincide con Carbonell (1978) y Prado (1980). La mayor parte de los folletos y revistas son proporcionados por las comercializadoras de productos para el campo y por la SARH. Desafortunadamente, un mínimo número de los folletos es proporcionado por CECAL, posiblemente debido al bajo tiraje durante los últimos años. Además se encontró una correlación entre las revistas y el uso de la radio y los periódicos, así como entre la edad y el contacto con dependencias oficiales del sector (en forma negativa) y con casas comerciales.

Algunos estudios, como los de Magdub (1964), Martínez (1963) así como los de Canizales y Myren (1967), revelan que el nivel de uso de la tecnología agropecuaria está asociado con la exposición a revistas y folletos con información sobre el medio rural.

### Demostraciones

En cuanto a las demostraciones, solamente cinco del total de los entrevistados asistieron a ellas; lo cual confirma su escaso beneficio para transferir innovaciones a los productores rurales en la región central de Zacatecas.

### Televisión

Se determinó que el 90.9% de los entrevistados está expuesto a la televisión, lo que coincide con Ugalde, Cruz y Reyes (1989). El promedio de exposición de los productores a este medio fue de 110 min al día, el cual supera al de la radio. La estación preferida por los televidentes es el Canal 2 de la Ciudad de México; sin embargo es importante destacar que, en el momento del estudio, ningún canal de televisión transmitía mensajes agropecuarios.

Se observó, también, que la exposición a la televisión está correlacionada significativamente con otros medios de comunicación (radio, periódicos, revistas y folletos), y con la edad (en forma negativa), el carácter cosmopolita y el contacto con CECAL.

Es importante destacar que esta variable es dependiente de modo positivo con los agentes de cambio,

dependencias oficiales del sector, carácter cosmopolita, empatía y escolaridad, se correlaciona, además, en forma negativa con la edad (Cuadro 5).

### Medios con información agropecuaria preferidos

Se observa que los medios interpersonales de comunicación son los preferidos (Cuadro 3) por los productores, entre los que destacan las entrevistas, las demostraciones y los cursos de capacitación; sin embargo, los entrevistados señalaron también como importantes los folletos y las revistas, la radio y la televisión, los periódicos, el cine y los audiovisuales. Estos resultados no coinciden con los encontrados por Gutiérrez (1989), quien indicó que las publicaciones son el medio de comunicación preferido por los productores del estado de Durango y los ganaderos del estado de Nuevo León. Eso se debe a las diferencias sociales y económicas que existen en las diversas regiones agroecológicas de México.

**Cuadro 3. Medios de comunicación preferidos por los productores agropecuarios de la región central del estado de Zacatecas (1992).**

Medio	Frecuencia	(%)
Pláticas	56	56.6
Demostraciones	27	27.3
Cursos	23	23.2
Folletos y revistas	12	12.1
Radio y televisión	12	12.1
Periódicos	4	4.2
Cine y audiovisuales	2	2.0
Otros	1	1.0

**Nota:** Algunos productores señalaron más de un medio de comunicación.

Entre los medios de comunicación empleados por el personal del CECAL para difundir los resultados de sus investigaciones, y destacados por los productores, son el programa radiofónico "Amanecer en el campo" y la publicación semanal de la "Sección agropecuaria" del periódico Momento. Es posible que la falta de impacto de los folletos se deba posiblemente al tiraje corto durante la última década (un promedio de 300 ejemplares por publicación) y a su enfoque en los agentes de cambio, de acuerdo con el estudio efectuado por Galindo (1992).

### Contacto con CECAL

El 11% de los productores ha acudido al Campo Experimental en los últimos dos años, principalmente para solicitar información agrícola. Las razones por las que el resto de los entrevistados no asistió se exponen en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Razones indicadas por los productores agropecuarios de la región central del estado de Zacatecas para no acudir a CECAL (1992).**

Razón	Frecuencia	(%)
Tiene mucho trabajo	30	30.3
No lo requiere	20	20.2
Trabaja rústicamente	16	16.2
No sabe donde se localiza	12	12.1
No lo han invitado	10	10.1
Totales:	88	88.9

Al analizar los coeficientes de correlación de las variables seleccionadas en el estudio (Cuadro 5), se observa que la variable "exposición a los medios de comunicación" se relaciona con la variable "contacto con casas comerciales" y con aquella "contacto con dependencias oficiales del sector".

### Relación con agentes de cambio

Los resultados referidos a esta variable indican que el 44% de los encuestados tuvieron contacto con algún agente de cambio (extensionistas) durante 1991, especialmente de la SARH. Los temas tratados por los productores fueron principalmente sobre desarrollo de cultivos.

Existe una correlación positiva entre exposición a medios de comunicación y relación con agentes de cambio; además, esta variable depende positivamente del contacto con dependencias oficiales del sector, carácter cosmopolita y escolaridad y, negativamente, con la variable "edad" (Cuadro 5).

### Contacto con casas comerciales

El 47% de los receptores visitó casas comerciales de productos para el campo durante el primer semestre de 1992 —algunos hasta en 30 ocasiones. La principal razón fue la compra de fertilizantes, insecticidas, fungicidas y semillas, entre otros. Esta variable se relacionó particularmente con las variables: contacto con CECAL, carácter cosmopolita y escolaridad; y, en forma negativa, con la edad y el contacto con dependencias oficiales del sector (Cuadro 5).

### Contacto con dependencias oficiales del sector

En 1992, sólo el 7% de los entrevistados visitó alguna institución oficial relacionada con el proceso productivo rural, generalmente para buscar solución a su problema de cartera vencida. En el Cuadro 5 se observa que esta variable tuvo significancia estadística en correlación con la exposición a los medios de comunicación, contacto con CECAL, y en relación con los agentes de cambio, y, de manera negativa, con la variable "contacto con casas comerciales".

### Carácter cosmopolita

El carácter cosmopolita de los productores del Distrito de Desarrollo Rural de Zacatecas es bajo,

**Cuadro 5. Matriz de coeficientes de correlación de las variables seleccionadas (1992).**

	EMC								
EMC	1.000								
CC	0.494	1.000							
RAC	7.837	-0.364	1.000						
CCC	1.337	5.331	1.159	1.000					
CDOS	1.284	3.498	4.280	-0.216	1.000				
C	2.295	1.366	3.765	1.906	0.029	1.000			
E	2.030	1.019	0.979	1.261	0.374	1.555	1.000		
ED	-2.917	-1.029	-1.747	-2.587	0.828	-1.382	-1.260	1.000	
ES	2.907	0.810	2.253	2.862	1.372	1.699	1.423	-6.420	1.000

pues sus desplazamientos son poco frecuentes fuera de sus comunidades o son cortos —un promedio de 40 kilómetros. Además, el carácter cosmopolita y la exposición a los medios de comunicación presentaron una correlación positiva; esta variable también está unida al nivel de escolaridad, la relación con agentes de cambio y el contacto con casas comerciales (Cuadro 5).

### Empatía

Se detectó una alta empatía en el 11% de los entrevistados; el 89% restante mostró empatía regular y baja. Se encuentra que el coeficiente de correlación fue significativo entre la empatía y la exposición a los medios de comunicación (Cuadro 5).

### Edad

El promedio de edad de los productores fue de 51 años, considerada por ellos como avanzada; además, el 63% de la muestra estuvo sobre esta media. La edad y la exposición a los medios de comunicación presentaron una correlación negativa. Existe correlación negativa entre esta variable y la escolaridad, la relación con los agentes de cambio y el contacto con casas comerciales (Cuadro 5).

### Escolaridad

El promedio cursado en un plantel de enseñanza formal fue de cuatro años con una desviación estándar igual a tres años.

La escolaridad tuvo correlación con la exposición a los medios de comunicación y con la relación con agentes de cambio, contacto con casas comerciales, carácter cosmopolita y, de manera negativa, con la edad (Cuadro 5).

### CONCLUSIONES

- Los medios de comunicación a los que se exponen con mayor frecuencia los productores agropecuarios del área estudiada son, principalmente, la televisión y la radio; siguen en importancia los folletos y las revistas, en forma

esporádica. Sin embargo, los medios preferidos para recibir información agropecuaria son las entrevistas, las demostraciones y los cursos de capacitación, entre otros.

- Entre las diferentes instituciones dedicadas al medio rural en el estado de Zacatecas, solamente CECAL utiliza la radio y el periódico para transmitir información a los productores del campo; de ellos, el primero es el más usado entre los decodificadores.

El contacto con CECAL y con otras instituciones vinculadas al sector agropecuario permiten que los productores se relacionen con los agentes de cambio y las tiendas comercializadoras de productos agropecuarios ubicadas en el área de estudio.

- La población estudiada tiene un bajo grado de escolaridad; su edad es avanzada y la empatía es baja.
- La variable dependiente "exposición a medios de comunicación" se vincula significativamente en la relación con los agentes de cambio, contacto con dependencias oficiales del sector, carácter cosmopolita, empatía, edad y nivel de escolaridad.

### LITERATURA CITADA

- CANIZALES, A.; MYREN, T. 1967. Difusión de la información agrícola en el Valle del Yaqui Méx., Secretaría de Agricultura y Ganadería/Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Folleto Técnico no 5 p. 20-39
- CARBONELL, M. 1978. El radio como medio de información: Un caso en el municipio de Xochiapulco, Puebla. Méx. Tesis de Maestría en Ciencias. Méx., Colegio de Postgraduados. p 2-5.
- GONZALEZ, R. A. 1985. Alcance del programa de televisión con temas agrícolas "La hora del CIANO", entre ejidatarios del sur de Sonora. P. Pérez Cerón (Ed.) Méx., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p 173-177
- GUTIERREZ G. R. 1989. Los medios de comunicación, su uso y preferencia por agricultores de Durango, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Publicación Especial no. 4 p. 12

- GALINDO G., G. 1992 Caracterización de los extensionistas que laboran en el sector agropecuario y forestales Zacatecas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Folleto Técnico no. 5. p 14-15
- GALINDO G., G. 1992 Impacto de la "sección agropecuaria" del periódico Momento de la Ciudad de Zacatecas, Zac. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Folleto Misceláneo no 5 p 16-25.
- MAGDUB, M. 1964 La difusión y adopción del cultivo de la soya en el Valle del Yaqui. In Simposium Interamericano de las Funciones de la Divulgación en el Desarrollo Agrícola (I). D T Myren (Ed.). Méx., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p 151-157.
- MARTINEZ R., J. 1963. Difusión a adopción del maíz híbrido en cuatro municipios del estado de Guanajuato. Tesis de Licenciatura. Méx., Escuela Nacional de Agricultura. p 52-53
- PARDO P., R. 1980. Educación y comunicación en el medio rural: Ideología dominante y texto escolar entre campesinos de Tlaxcala. Tesis de Maestría en Ciencias. Méx., Colegio de Postgraduados. p 114
- RODRIGUEZ G., F. 1987. Caracterización de productores de cacao en el estado de Tabasco, mediante el análisis de correspondencia. Tesis de Licenciatura. Méx., Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística. p 44-49
- SIEGEL S. 1975. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Trad. por J. Aguilar Villalobos. Méx., Trillas. p 233-245.
- UGALDE A., J.; CRUZ P., E.; REYES Z., J. 1989. Alcance e impacto de la página agrícola "El Campo Cotaxtla Informa", en la zona central del estado de Veracruz, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. p 3-17.
- VICTORIA, L.; MILTON, G. 1974. Información básica sobre radio en el área rural del Valle del Cauca. Col., Ministerio de Agricultura/Instituto Colombiano Agropecuario. p 32-33.

## LIBRO RECOMENDADO



US\$10.00

*La Agricultura en el Desarrollo Económico de Centroamérica en los 90. IICA. C. Pomareda (Ed.). 1992. 202 p. ISBN 92-9039-203-7.*

Este libro compendia diversos trabajos realizados por destacados profesionales de las ciencias agrícolas, y constituye una valiosa contribución técnica a los esfuerzos de los países centroamericanos por lograr la consolidación de un modelo de desarrollo en el contexto internacional. Dichos trabajos tratan temas de gran interés socio-político y económico, tales como las relaciones intersectoriales en la agricultura, los elementos básicos de una estrategia de modernización agroindustrial y el comercio intrarregional de productos agropecuarios.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

# Mineralogía de Arenas en Suelos Loésicos del Sudoeste Pampeano, Argentina<sup>1</sup>

M. del C. Blanco \*, L.F. Sánchez\*

## ABSTRACT

This paper presents the mineralogical characteristics of the fraction 88  $\mu\text{m}$  of the parent material and *solum* of five soil profiles located in the Llanura Subventánica Occidental Bonaerense (Arg). The minerals identified are in agreement with those presented for loessic soils of the Pampean region. Certain variability due to the effect of eolian transport was observed, along with deposition and sorting mechanisms. It is concluded that the loessic sediments of the Llanura Subventánica Occidental Bonaerense are different from other loessic sediments world wide, with a dominant silt particle size, as the dominant particle size in these Argentine soils is very fine sand (0.1 mm - 0.05 mm). The weatherable mineral content is high in all the studied profiles and the minerals identified indicate a recent to intermediate stage of evolution. A probable lithological discontinuity was observed in the field at the depth of the calcic horizon, which was also detected by a significant decrease of quartz, alkaline feldspars, plagioclase and volcanic glass associated with an increase in lithic fragment content. Taking into account the morphological characteristics and mineralogical analysis of the C2ca (calcic horizon), this discontinuity may be interpreted as being related to a paleopedological event.

**Key words:** Loess, mineralogy, very fine sand fraction, eolian transport, lithological discontinuity.

## RESUMEN

Se caracterizaron los minerales de la fracción 88  $\mu\text{m}$  de los materiales originarios y del *solum* de cinco perfiles de la llanura subventánica occidental bonaerense. Las especies reconocidas coinciden con las tradicionalmente presentadas para los suelos de la región pampeana. No obstante, del recuento mineral surgió cierta variabilidad porcentual debido a la dinámica del transporte eólico y de sus mecanismos de selección. Se concluyó que los sedimentos loésicos de la llanura subventánica difieren de otros loess mundialmente reconocidos en los que la fracción de limo domina la fracción de arena muy fina. Las reservas de minerales meteorizables fueron buenas en todos los perfiles estudiados y la mineralogía indicó un estadio de evolución de reciente a intermedio. Las observaciones de campo señalaron una probable discontinuidad litológica en la profundidad del horizonte cálcico, que se manifestaría en un decrecimiento significativo de los contenidos de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasas y vidrio volcánico asociado a un incremento de fragmentos líticos. Al relacionarse las características morfológicas y el análisis mineralógico, esta probable discontinuidad litológica estaría vinculada con un ciclo pedogenético antiguo, del cual el horizonte C2ca constituiría un relicto.

**Palabras clave:** Loess, mineralogía, arena muy fina, transporte eólico, discontinuidad litológica.

## INTRODUCCIÓN

La composición mineral del suelo evidencia el origen y el estadio evolutivo de los materiales originarios, porque condiciona sus propiedades fisicoquímicas y los efectos de los procesos pedogenéticos, que se reflejan en la reserva de minerales meteorizables y en la composición de los coloides de la fracción pelítica. Los minerales primarios

expuestos en la atmósfera y en la biosfera manifiestan transformaciones para adaptarse a un nuevo estado en condición de equilibrio con las características pedoclimáticas.

Por otra parte, el estudio del esqueleto del suelo es relevante a nivel taxonómico, ya que el *Soil Taxonomy* es un sistema de clasificación morfogenético que toma en cuenta aquellos indicadores de la génesis de suelo como los horizontes diagnósticos, el régimen de humedad de suelos y la mineralogía. Inclusive establece el concepto de minerales meteorizables y determina un límite porcentual (10%) por debajo del cual se desestima el aporte de nutri-

<sup>1</sup> Recibido para publicar el 17 de mayo de 1994

\* Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur (UNS), Arg.

mentos para los cultivos. Por eso, una caracterización actualizada de los suelos debe presentar, además de los análisis de rutina, un análisis de los minerales de la fracción gruesa y fina.

Como la mayoría de los trabajos tienen información acerca de la mineralogía de suelos del noreste de las provincias de Santa Fe y Buenos Aires, y los datos del sector sur son escasos (Luters 1982; Blanco 1986), este trabajo presenta una caracterización de la fracción arena tanto de los materiales originarios como del *solum*, en relación con su consecuente evolución en diferentes paisajes del sudoeste pampeano.

El área de estudio conforma una llanura pedemontana extendida desde Sierra de la Ventana hasta la costa atlántica, subdividida en tres sectores: proximal, medio y distal; asociada a paisajes planos hacia ambos extremos y ondulados a suavemente ondulados en el sector medio. Hay un decrecimiento de la precipitación media anual desde Sierra de la Ventana (809 mm) hasta la costa atlántica (538 mm), pasando por un régimen de humedad de suelos údico típico a tempustico típico en la misma dirección. El material parental de los suelos de la región está constituido por sedimentos loésicos de la formación Pampeano o sus redepósitos (D'Orbigny 1842; Darwin 1846; Frenguelli 1925), denominado Pampeano y Pospampeano (Tricart 1973).

El objetivo es presentar datos cualitativos y cuantitativos de la fracción arena muy fina de los suelos estudiados y establecer diferencias o similitudes en la mineralogía de diferentes suelos de la llanura subventánica occidental bonaerense.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cinco perfiles de suelos de morfologías y texturas relativamente contrastantes en una transecta, con orientación noreste-sudoeste (NE-SO) de unos 120 km de extensión, que registra un decrecimiento de los valores de precipitación media anual en la misma dirección y particularidades en el material parental. A cada perfil se le otorgó un nombre local y se describió de acuerdo con el *Soil Taxonomy* (USDA 1990).

Se efectuaron los siguientes análisis de rutina: distribución por tamaño de partículas, previo tratamiento con ácido acético al 10% y agua oxigenada al 30

por ciento. No se efectuó remoción de óxidos de hierro. Las fracciones de limo y de arcilla se recolectaron con el método de la pipeta y las subfracciones de arena mediante una columna de tamices; el carbonato de calcio con el calcímetro de Bernard; el carbono orgánico, según Walkley y Black; el nitrógeno total, siguiendo el proceso de Kjeldahl; el fósforo, de acuerdo con Olsen; la reacción del suelo, según el pH suelo-agua y el suelo-KCl 1:2.5. La fracción de arena estudiada corresponde a 88  $\mu\text{m}$  en este trabajo. Sobre la fracción  $>125 \mu\text{m}$ , también, se efectuaron observaciones y un recuento de minerales.

Se realizó la separación por densidad de los minerales livianos y pesados utilizando bromoformo ( $d = 2.87$ ). Luego, los minerales pesados se montaron con bálsamo de Canadá sobre un portaobjetos, mientras que los livianos se montaron en forma temporal con una mezcla de nitrobenzono y kerosene ( $d = 1.489$ ). Se hizo la determinación cuantitativa mediante el conteo por línea, siguiendo el método de Edelman bajo microscopio polarizado.

Se procedió a contar 100 granos transparentes y opacos. Se registró el total de opacos y se continuó el conteo de los transparentes hasta alcanzar 100 en total.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### Análisis cualitativo y cuantitativo de la fracción arena

La caracterización morfológica y fisicoquímica de los perfiles se presenta en los cuadros 1 y 2. Los resultados del recuento mineral se encuentran en los cuadros 3 y 4. La fracción estudiada consistió especialmente de minerales livianos que constituyeron el 95%, mientras que a los pesados les correspondió entre el 4% - 5% del peso total. Tanto en la fracción 88  $\mu\text{m}$  como en la fracción  $>125 \mu\text{m}$  la hornblenda verde y los opacos fueron los más frecuentes. Se encontraron en porcentaje mayor en la fracción 88  $\mu\text{m}$  y se mantuvieron aproximadamente constantes en todo el perfil oscilando entre un 37%, en el horizonte Ap, hasta un 33% en el horizonte C para la hornblenda, y un 33% en el Ap, hasta un 27%, en el C2ca para los opacos. Frecuencias similares se observaron en los perfiles 2 - 3. Siguió en importancia la augita, el hipersteno y la biotita. Los fragmentos líticos fueron abundantes tanto en la fracción liviana como en la pesada y se concentraron mayormente en los perfiles 4 - 5, especialmente en sus horizontes superficiales.

Cuadro 1. Características morfológicas y granulométricas de los perfiles estudiados.

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Estructura	Distribución de tamaño de partículas (mm)	
				arcilla <0.002	limo 0.05-0.002
Perfil 1 - Muzzi - Haplustol petrocálcico, térmico. franco fino					
Ap	0-10	IOYR 3/3	bsa, m, m	29 76	32 67
AC	10-28	IOYR 3/2	bsa, m, m	34 94	28 15
C1	28-39	IOYR 3/4	bsa, f, d	32 18	31 82
C2ca	39-69	IOYR 7/3	bsa, f, m	30 40	37 75
IIC3cam					
Perfil 2 - Naposta - Calcistol petrocálcico. térmico. franco grueso					
Ap	0-13	IOYR 3/3	gs	17 27	33 30
AC	13-37	IOYR 3/3	bsa, f, d	16 75	33 08
C1	37-53	IOYR 3/4	bsa, f, d	19 33	33 03
IIC2cam					
Perfil 3 - Tres Picos - Haplustol petrocálcico. térmico. franco fino					
A1	0-27	IOYR 3/1	bsa, m, m	19 44	6 77
AC	27-47	IOYR 3/2	bsa, f, d	21 41	6 73
C1	47-113	IOYR 4/4	bsa, m, d	22 75	7 29
IIC2cam					
Perfil 4 - Tornquist - Argiudol petrocálcico. térmico. franco fino					
A1	0-14	IOYR 3/2	bsa, m, m	28 42	37 31
B2t	14-32	IOYR 3/1	bsa, f, f	44 89	32 33
B3	32-44	IOYR 3/3	bsa, f, f	32 88	40 53
C1	44-56	IOYR 4/3	bsa, m, m	40 27	32 68
IIC2cam					
Perfil 5 - Sierra Ventana - Hapludol típico, térmico, franco fino					
A1	0-19	IOYR 3/3	bsa, f, d	25 93	34 76
AC	19-45	IOYR 3/3	bsa, f, m	34 24	40 13
C1	45-77	IOYR 3/4	bsa, g, m	14 63	36 18
C2	77-150	IOYR 4/4	bsa, g, d	7 57	29 19
				AMF 0.1-0.05	AF 0.25-0.1
Perfil 1 - Muzzi - Haplustol petrocálcico, térmico. franco fino					
Ap	0-10	IOYR 3/3	bsa, m, m	19 86	13 23
AC	10-28	IOYR 3/2	bsa, m, m	22 59	10 98
C1	28-39	IOYR 3/4	bsa, f, d	20 50	11 97
C2ca	39-69	IOYR 7/3	bsa, f, m	18 01	9 12
IIC3cam					

(Cont. Cuadro 1.)

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Estructura	Distribución de tamaño de partículas (mm)		
				AMF 0.1-0.05	AF 0.25-0.1	
Perfil 2 - Naposta - Calciustol petrocálcico, térmico, franco grueso						
Ap	0-13	IOYR 3/3	gs	33.40	9.57	
AC	13-37	IOYR 3/3	bsa, f, d	33.82	10.03	
C1	37-53	IOYR 3/4	bsa, f, d	32.34	9.55	
IIC2cam						
Perfil 3 - Tres Picos - Haplustol petrocálcico, térmico, franco fino						
A1	0-27	IOYR 3/1	bsa, m, m	16.78	23.40	
AC	27-47	IOYR 3/2	bsa, f, d	17.50	22.72	
C1	47-113	IOYR 4/4	bsa, m, d	18.79	23.29	
IIC2cam						
Perfil 4 - Tornquist - Argiudol petrocálcico, térmico, franco fino						
A1	0-14	IOYR 3/2	bsa, m, m	9.82	12.02	
B2t	14-32	IOYR 3/1	bsa, f, f	8.62	7.66	
B3	32-44	IOYR 3/3	bsa, f, f	9.11	8.90	
C1	44-56	IOYR 4/3	bsa, m, m	8.91	9.64	
IIC2cam						
Perfil 5 - Sierra Ventana - Hapludol típico, térmico, franco fino						
A1	0-19	IOYR 3/3	bsa, f, d	33.04	4.61	
AC	19-45	IOYR 3/3	bsa, f, m	21.11	4.20	
C1	45-77	IOYR 3/4	bsa, g, m	39.20	8.58	
C2	77-150	IOYR 4/4	bsa, g, d	50.05	7.63	
Perfil 1 - Muzzi - Haplustol petrocálcico, térmico, franco fino						
Ap	0-10	IOYR 3/3	bsa, m, m	3.92	0.53	
AC	10-28	IOYR 3/2	bsa, m, m	3.03	0.21	0.10
C1	28-39	IOYR 3/4	bsa, f, d	3.22	0.21	0.10
C2ca	39-69	IOYR 7/3	bsa, f, m	3.51	0.94	0.23
IIC3cam						
Perfil 2 - Naposta - Calciustol petrocálcico, térmico, franco grueso						
Ap	0-13	IOYR 3/3	gs	5.93	0.31	0.21
AC	13-37	IOYR 3/3	bsa, f, d	6.09	0.23	
C1	37-53	IOYR 3/4	bsa, f, d	5.52	0.23	
IIC2cam						

(Cont. Cuadro 1.)

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Estructura	Distribución de tamaño de partículas (mm)		
				AM 0.5-0.25	AG 1-0.5	AMG 2-1
Perfil 3 - Tres Picos - Haplustol petrocálcico, térmico. franco fino						
A1	0-27	IOYR 3/1	bsa, m, m	33.16	0.30	0.10
AC	27-47	IOYR 3/2	bsa, f, d	31.22	0.30	0.10
C1	47-113	IOYR 4/4	bsa. m. d	27.68	0.20	
HC2cam						
Perfil 4 - Tornquist - Argiudol petrocálcico, térmico, franco fino						
A1	0-14	IOYR 3/2	bsa, m, m	11.81	0.52	0.10
B2t	14-32	IOYR 3/1	bsa, f, f	6.28	0.11	0.11
B3	32-44	IOYR 3/3	bsa, f, f	8.06	0.31	0.21
C1	44-56	IOYR 4/3	bsa. m. m	8.19	0.31	
HC2cam						
Perfil 5 - Sierra Ventana - Hapludol típico, térmico. franco fino						
A1	0-19	IOYR 3/3	bsa, f, d	1.10	0.44	0.11
AC	19-45	IOYR 3/3	bsa, f, m	0.21	0.10	
C1	34-77	IOYR 3/4	bsa, g, m	1.41		
C2	77-150	IOYR 4/4	bsa, g, d	2.58	1.40	0.86

Estructura:

\* Tipo: bsa: bloques subangulares; gs: grano simple

\* Clase: g: grueso; m: medio; f: fino

\* Grado: f: fuerte; m: moderado; d: débil.

Cuadro 2. Características químicas de los perfiles estudiados.

Horizonte	pH 1:2.5		CO (%)	Nt (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	CaCO <sub>3</sub> (%)
	HO <sub>2</sub>	KCl				
Perfil 1 - Muzzi - Haplustol petrocálcico, térmico. franco fino						
Ap	6.3	5.1	1.67	0.161	26.6	0.6
AC	6.7	5.7	1.00	0.107	4.4	0.8
C1	7.7	6.2	0.67	0.083	5.3	0.8
C2ca	8.5	7.2	0.40	0.054	0.9	32.60
HC2cam						

(Cont. Cuadro 2.)

Horizonte	pH 1:2.5		CO (%)	Nt (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	CaCO <sub>3</sub> (%)
	HO <sub>2</sub>	KCl				
Perfil 2 - Naposta - Calciustol petrocálcico, térnico, franco grueso						
Ap	7.9	7.0	1.96	0.230	4.8	1.9
AC	8.1	7.1	1.61	0.177	2.0	4.4
CI	8.2	7.2	1.00	0.104	1.1	9.4
IIC2cam						
Perfil 3 - Tres Picos - Haplustol petrocálcico, térnico, franco fino						
A1	8.2	7.0	0.83	0.077	2.0	0.8
AC	8.2	6.9	0.55	0.062	2.0	1.0
CI	8.2	6.8	0.30	0.043	1.9	0.7
IIC2cam						
Perfil 4 - Tornquist - Argiudol petrocálcico, térnico, franco fino						
A1	6.2	5.3	2.16	0.201	27.9	0.4
B2t	6.7	5.3	1.38	0.115	4.4	0.4
B3	7.2	5.5	0.78	0.081	7.3	0.4
CI	7.6	5.8	0.55	0.070	17.3	0.5
IIC2cam						
Perfil 5 - Sierra Ventana - Hapludol típico, térnico, franco fino						
A1	6.3	5.3	2.30	0.207	15.1	0.5
AC	6.5	5.3	1.80	0.180	4.6	0.5
CI	7.8	6.2	0.34	0.043	13.7	0.4
IIC2cam						
Horizonte	Complejo de cambio					
	CIC	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> (cmol kg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
Ap	18.7	16.7	3.6	0.1	4.1	
AC	20.8	20.7	4.4	0.2	3.6	
CI	21.6	24.5	5.1	0.3	2.6	
C2ca	15.0	35.4	8.4	0.4	0.8	
IIC2cam						
Ap	15.5	35.1	1.3	0.1	2.2	
AC	14.5	33.0	1.3	0.2	1.7	
CI	11.5	32.7	1.7	0.3	0.9	
IIC2cam						
A1	10.1	17.9	1.9	0.1	0.7	
AC	10.4	15.2	2.8	0.2	0.7	
CI	12.2	14.2	3.2	0.3	0.6	
IIC2cam						

(Cont. Cuadro 2.)

Horizonte	Complejo de cambio				
	CIC	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> (cmol kg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
A1	15.5	15.9	2.9	0.1	2.5
B2t	21.1	19.7	3.8	0.1	1.9
B3	24.2	20.0	4.8	0.2	1.6
C1	25.3	20.8	4.8	0.2	1.6
IIC2cam					
A1	13.8	12.7	2.4		2.6
AC	13.2	13.0	2.3		1.9
C1	14.1	12.8	3.3		1.6

Dado su pequeño tamaño no se determinó su composición y, si se considera la cercanía de la Sierra de la Ventana, no deberían descartarse los posibles aportes adicionales de las rocas del sistema serrano. Se incluyó la muscovita, tanto en los minerales livianos como en los pesados, porque no decanta en una única fracción (Stoops 1985). La fracción liviana estuvo compuesta sobre todo por cuarzo, feldespatos alcalinos, plagioclasas —andesina y labradorita—, que presentaron maclas polisintéticas y extinción zonal. Se observaron, además, biotita, silicofitolitos abundantes en horizontes superficiales y fragmentos líticos.

En general, los minerales aparecieron bastante frescos en granos subangulares a subredondeados, excepto los feldespatos alcalinos y el vidrio volcánico. Este último se encontró en forma de trizas y fragmentos transparentes o de color pardo. La composición del vidrio volcánico ha sido determinada por algunos autores como exclusivamente ácida (Scoppa 1974; Morrás 1985), descartando la existencia de fragmentos de vidrio básico (pardo e isotrópico) en los suelos pampeanos; pero Teruggi e Imbellone (1983) asignaron características de vidrio básico al observado en cuatro perfiles sobre material parental loésico de las series Armstrong, Villada, Melincue y Ramallo. En la extensión de esta transecta, se determinaron fragmentos incoloros de composición ácida y pardos de composición básica, estos últimos más frecuentes en los perfiles 3-Tres Picos, 4-Tornquist y 5-Sierra Ventana.

También se hallaron vidrios de color pardo en arenas de depósito reciente en los alrededores de Bahía Blanca. Se observaron fragmentos frescos y alterados con patrones de alteración lineal, irregular y pelicular cuya frecuencia aumentó en los perfiles 3-Tres Picos, 4-Tornquist y 5-Sierra Ventana. El tipo de alteración correspondió a arcillas que presentaron un color pardo amarillento bajo luz polarizada y por su birrefringencia pueden atribuirse a filosilicatos del tipo 2:1. Las plagioclasas solieron presentar zonación y estuvieron generalmente inalteradas; sin embargo tenían bordes de argilificación de patrón pelicular y fueron más frecuentes hacia el NE de la transecta como consecuencia del edafoclima údico en la cercanía de Sierra de la Ventana. Los piroxenos (augita e hipersteno) se presentaron como cristales tabulares o subredondeados con inclusiones frecuentes, limpios en su mayoría, aunque algunos cristales mostraron un patrón de alteración irregular. El cuarzo se observa con aspecto desde muy fresco hasta con punteado superficial. Al confrontar los respectivos materiales parentales, no se observaron diferencias cualitativas con respecto a las especies reconocidas (cuadros 3 y 4). No obstante, al efectuar el recuento de minerales, surgieron algunos porcentajes que mostraron variabilidad.

Los datos cuantitativos indicaron que la mayor variabilidad entre los minerales máficos se observó en los perfiles 2, 3 y 4. El contenido de cuarzo se incrementó en los perfiles 4 y 5 del sector distal. Estos mismos perfiles fueron los que presentaron más dife-

Cuadro 3. Fracción 88  $\mu\text{m}$  - Minerales livianos.

	Horizonte/ profundidad	Cuarzo	Feldespató	Plagioclasas	Vidrio volcánico
Perfil 1	Ap	13	27	8	14
	AC	19	11	9	19
	C	23	22	6	11
	C2ca	11	17	12	9
Perfil 2	Ap	17	21	12	14
	AC	16	15	10	10
	C	13	26	10	13
Perfil 3	Ap	24	24	11	8
	AC	23	20	11	12
	C	21	25	10	17
Perfil 4	Ap	15	24	7	12
	B2t	20	25	9	10
	B3	24	21	11	14
	C	20	22	5	17
Perfil 5	Ap	28	15	8	15
	AC	29	14	9	15
	C	25	15	9	17

	Horizonte/ profundidad	Fitolitos	Biotita	Muscovita	Fragmentos rocosos	Agregados
Perfil 1	Ap	9	1	1	26	1
	AC	5	1	1	30	5
	C	7	1	1	27	2
	C2 ca	3	2	2	36	2
Perfil 2	Ap	8	2	1	24	1
	AC	9	2	2	30	4
	C	6	1	1	28	2
Perfil 3	Ap	3	2	2	25	
	AC	4	1	1	26	2
	C	3	1	1	20	2
Perfil 4	Ap	14	2	2	20	4
	B2t	5	2	1	25	3
	B3	6	1	1	19	3
	C	5	2	2	26	2
Perfil 5	Ap	9	3	2	20	5
	AC	7	5	2	15	5
	C	5	4	2	21	4

Cuadro 4. Fracción 88 µm - Minerales pesados.

	Horizonte- profundidad	Transparentes				
		Opacos	Turmalina	Zircón	Rutilo	Biotita
Perfil 1	Ap	33	3	3	4	3
	AC	34	1	1	1	8
	C1	20	1	1	1	5
	C2ca	27	1	4	2	4
Perfil 2	Ap	20	1	4	1	6
	AC	20	1	3	1	3
	C	30	1	1	2	3
Perfil 3	Ap	24	2	2	3	9
	AC	20	1	1	1	13
	C	21	1	1	1	11
Perfil 4	Ap	25	1	2	1	4
	B2t	24	1	4	1	5
	B3	22	1	1	2	3
	C	29	1	2	1	5
Perfil 5	Ap	21	1	1	1	2
	AC	22	1	4	1	4
	C	20	2	1	1	4

	Horizonte- profundidad	Transparentes				
		Opacos	Muscovita	Epidoto	Augita	Hipersteno
Perfil 1	Ap	33		7	12	5
	AC	34	4	13	8	1
	C1	20	5	14	9	3
	C2ca	27	3	11	10	2
Perfil 2	Ap	20	3	16	6	6
	AC	20	4	12	5	9
	C	30	1	17	6	8
Perfil 3	Ap	24	2	11	17	8
	AC	20	5	12	11	3
	C	21	1	16	10	3
Perfil 4	Ap	25	1	10	18	4
	B2t	24	1	11	19	2
	B3	22	1	11	11	2
	C	29	.	7	20	5
Perfil 5	Ap	21	1	11	14	2
	AC	22	1	5	16	4
	C	20	1	15	10	0

(Cont. Cuadro 4.)

	Horizonte- profundidad	Transparentes			
		Opacos	Hornblenda	Hornblenda basáltica	Fragmentos líticos
Perfil 1	Ap	33	37	6	20
	AC	34	38	4	20
	C1	20	32	9	20
	C2ca	27	33	5	25
Perfil 2	Ap	20	40	5	12
	AC	20	36	1	20
	C	30	32	5	18
Perfil 3	Ap	24	29	4	13
	AC	20	28	2	23
	C	21	35	4	16
Perfil 4	Ap	25	27	4	28
	B2t	24	29	7	20
	B3	22	21	6	19
	C	29	30	8	21
Perfil 5	Ap	21	18	2	24
	AC	22	20	4	15
	C	20	30	4	24

rencias observables en el campo de sus materiales parentales, pues el perfil 2 evolucionó sobre sedimentos loésicos en una zona de inestabilidad topográfica sometida a fuga y aportes de materiales; el perfil 3 lo hizo sobre un sedimento loésico arenoso, totalmente lavado de carbonatos y depositado sobre un manto de tosca (costra calcárea); a partir de sedimentos loésicos, que contienen pequeñas inclusiones de clastos de cuarzo con un diámetro en promedio de 1 cm, que podría ser el producto de un aporte coluvio-aluvial proveniente de la Sierra de la Ventana, se desarrolló el perfil 4.

#### Evaluación de discontinuidades litológicas

El perfil 1-Muzzi presentó una morfología relativamente simple, cuya génesis fue compleja, ya que a partir de los 39 cm de profundidad mostró un horizonte cálcico con características que parecían ser el relicto de un ciclo pedogenético antiguo.

Si se considera la presencia de concreciones de carbonato de calcio gruesas (<10 cm de diámetro), el

límite entre los horizontes supra- y subyacente abrupto y plano, el ph fuertemente alcalino y la fuerte reacción efervescente con HCl (>32% de CO<sub>3</sub>Ca), se pensaría que este horizonte de distribución aleatoria constituye una discontinuidad litológica. Situaciones similares se detectaron fuera del área de estudio (Amiotti 1988) en el nivel de pamplanación en la Cuenca del Río Colorado. Si bien Barshad (1955) opina que los análisis mineralógicos totales y la distribución de los minerales resistentes, entre otros, son indicadores de la homogeneidad y discontinuidad del material del suelo; en un estudio de los sedimentos loésicos, Imbellone y Camilión (1984) concluyen que el método basado en el análisis de la mineralogía aportó muy poco para señalar discontinuidades litológicas, pues las variaciones cualitativas y cuantitativas fueron escasas. Por eso sugirieron un análisis de datos granulométricos con el propósito de obtener mejores criterios.

El análisis granulométrico del perfil 1-Muzzi no señaló una distribución textural heterogénea en función de la profundidad (Cuadro 1). Por el contrario, la textura fue uniforme franco limosa desde el tope hasta el horizonte C2ca, inclusive. Además, al

confrontar los datos mineralógicos de este suelo, se observó una distribución vertical cualitativa y cuantitativa homogénea en la fracción pesada, con escasas diferencias porcentuales en los opacos, el epidoto y los fragmentos líticos (Cuadro 4). La fracción liviana manifestó mayores diferencias en los 88  $\mu\text{m}$ , entre el horizonte C2ca y los suprayacentes, especialmente en los contenidos de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasas y vidrio volcánico que decrecieron significativamente, asociadas a un incremento de fragmentos líticos (Cuadro 3).

Estas diferencias podrían evidenciar la discontinuidad a la profundidad del horizonte cálcico que deben estudiarse sobre otros perfiles para extrapolar resultados de otras áreas de cobertura loésica.

### Procesos pedogenéticos

Casi simultáneamente con el depósito del material parental (estadio inicial de evolución), comenzó la pedogénesis y progresó como cambio de posdeposición, provocando destrucción moderada de los minerales inestables en condiciones de régimen de humedad de suelo údico, que pasó transicionalmente a ústico en el sector distal. La meteorización química de los minerales en función del clima edáfico fue moderada y se desarrolló en un medio de características físicoquímicas moderadas, determinadas por un pH neutro, en el tope, y alcalino en la base de los perfiles; una CIC también moderada; un complejo de cambio dominado por el ión  $\text{Ca}^{+2}$  y una alta saturación en las bases.

El proceso pedogenético fundamental en todos los suelos estudiados fue la melanización, que determinó la génesis de un epipedón móllico. Junto con la transformación de la materia orgánica existieron procesos de translocación importantes en toda la extensión de la transecta. Se encontró movilización y precipitación de carbonatos secundarios en los horizontes más profundos del sector SO (porción distal), que provocaron el desarrollo del horizonte cálcico. La iluviación de arcillas se manifestó hacia el sector NE (porción proximal) con la presencia de abundantes *coatings* de arcilla y materia orgánica que revestían, con continuidad, la superficie de los *peds*.

### Dinámica eólica y mecanismos de transporte de los minerales

La composición mineralógica de la fracción estudiada fue comparable, en su aspecto cualitativo, a la

tradicionalmente presentada para el loess pampeano por los diferentes autores (Frenguelli 1925; Teruggi 1957; Scoppa 1974; Pazos 1981; Lutters 1982; Morrás 1985; Blanco 1986). A diferencia de otros loess mundialmente reconocidos, en que la fracción limo es dominante, en los suelos estudiados predominó el tamaño de arena muy fina. Se reconoció como fuentes de estos minerales alóctonos las rocas volcánicas de Patagonia y de la Cordillera de los Andes (Teruggi 1957; Scoppa 1974; Zárate y Blassi 1988; Bloom 1990; Páez y Prieto 1990). De acuerdo con estos autores, los clastos integrantes de la fracción arena serían el producto inicial de un volcanismo explosivo con abundante vidrio volcánico, plagioclasas zonales y cuarzo subordinado. Antes de ser exportados hacia las pampas (Bloom 1990), estos materiales fueron meteorizados y retransportados por procesos fluviales, glaciales y eólicos, pues al considerar el tamaño de las partículas dominantes la fuente de aporte debería localizarse más cerca que la reconocida actualmente (Zárate y Blassi 1988). Finalmente pudieron removilizarse, por procesos de dinámica eólica, en nubes de polvo que depositaron su carga sobre la topografía de la llanura pampeana, en la que se integra la llanura subventánica occidental bonaerense.

Los sistemas de transporte eólico se caracterizan por fluctuaciones en sus niveles de energía, que dependen de la circulación general de la atmósfera; por eso, una partícula en una nube de polvo depende de la magnitud de esas fluctuaciones para sedimentarse o permanecer en movimiento. Consecuentemente se produce una selección de los granos minerales en función de su tamaño y forma. Los minerales que constituyen la fracción arena, transportados por saltación y con una altura de salto proporcional a sus dimensiones (Gerety y Singerland 1983), se depositan cerca de la fuente de aporte. En tanto, los de tamaño limo y arcilla permanecen en suspensión por corto y largo término, respectivamente (Spalletti 1990), y pueden depositarse a considerable distancia de su fuente de origen.

Además de esta variación en la energía, existen otros factores que causan el entrapamiento de las partículas minerales y contribuyen localmente a la selección del loess pedemontano. Entre ellos, la forma y densidad de las partículas minerales; la vegetación, principalmente de especies de estepa gramínea (Páez y Prietgo 1990); la humedad; la topografía y las características de las pendientes (Dumbar y Rodgers; Embleton y King; Tsoar y Pye; en Spalletti

1990); el aporte de sedimentos en áreas de mezcla ambiental afectadas por otros procesos de transporte. Esta situación particular se puede observar en el paisaje de la llanura subventánica occidental, donde coexisten el sistema serrano de la Ventana y la planicie.

Así, se determinó un incremento porcentual de cuarzo en los perfiles 4-Tornquist y 5-Sierra Ventana (sector proximal del piedemonte), cuyo origen podría atribuirse a un aporte de tipo coluvio-aluvial proveniente de las pendientes serranas inestables, subordinado al proceso eólico dominante. Particularmente en la masa del perfil 4 se encontraron clastos de cuarzo con un diámetro promedio de 1 cm y mayores.

Si se considera que estos perfiles se localizan en un nivel plano extendido cercano a un valle aluvial funcional, no debería descartarse un posible aporte de desbordes fluviales. Sin embargo, las características de suelos aluviales (decrecimiento irregular de la materia orgánica o estratificaciones) no están presentes en ellos. Además, como ocurre en los perfiles 1, 2 y 3, presentan una capa de tosca (horizonte petrocálcico) en el subyacente, calidad que difiere de las esperadas en suelos vinculados con una génesis fluvial. Por lo tanto, como el paisaje de lomadas interserranas favorece el aporte de tipo coluvio-aluvial, se aceptó esta hipótesis como más probable.

### CONCLUSIONES

La creciente disponibilidad de datos confirma una apreciable homogeneidad en cuanto a las especies minerales identificadas en los suelos pampeanos. El estudio efectuado permite establecer las siguientes conclusiones:

- A diferencia de otros loess mundialmente reconocidos en los que predomina la fracción limo, en los sedimentos loésicos de la llanura subventánica occidental bonaerense domina la fracción de arena muy fina. La mineralogía de la fracción 88  $\mu\text{m}$  coincidió en su aspecto cualitativo con la tradicionalmente presentada para los sedimentos loésicos de la región pampeana.
- La fracción de arena de los suelos estudiados se compone en un 95% de minerales livianos, entre los que son comunes los feldespatos alcalinos, cuarzo, vidrio volcánico y frecuentes plagioclasas de tipo andesina-labradorita. Los minerales pesados constituyen entre 4% y 5% del total entre los opacos, hornblenda común, epidoto y, frecuentemente, augita e hipersteno. Los fragmentos rocosos, cuya composición es difícil de identificar por a su pequeño tamaño, son comunes en ambas fracciones.
- Si bien el análisis de la distribución por tamaño de partículas indica una textura uniforme franco-limosa en el perfil 1-Muzzi, las observaciones de campo (concreciones gruesas de carbonato de calcio, límite superior e inferior abrupto y plano, pH alcalino, alto contenido de carbonatos >32% y fuerte reacción al HCl) indicarían una discontinuidad litológica a la profundidad del horizonte C2ca (cálcico). El recuento de minerales manifiesta, en ese horizonte, un decrecimiento significativo del contenido de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasas y vidrio volcánico asociado a una mayor frecuencia de fragmentos rocosos.
- Teniendo en cuenta las características morfológicas y el análisis mineralógico, esta posible discontinuidad litológica estaría relacionada con un ciclo pedogenético antiguo, del cual el horizonte C2ca constituiría un relicto, depositándose encima los materiales sobre los que progresa la pedogénesis actual.
- Las reservas de minerales meteorizables son adecuadas en todos los perfiles estudiados y la mineralogía indica un estado de evolución entre reciente a intermedio.
- Considerando que la meteorización de los minerales poco estables ocurre en un medio físico-químico moderado, en condiciones de pH neutro en el tope hasta alcalino en la base del perfil, las diferencias cuantitativas intra- e interpedónicas identificadas en las especies minerales no se atribuyen a la edafogénesis, sino que son propias del material parental loésico en función de la dinámica del transporte eólico afectado por factores de selección local de las partículas.
- Los volúmenes de agua puestos en contacto con la superficie mineral son mayores en los perfiles cercanos a la Sierra de la Ventana que en aquellos situados próximos a la Costa Atlántica, determinando que los componentes movilizados en la solu-

ción del suelo sean diferentes hacia ambos extremos de la transecta estudiada. Consecuentemente, los productos finales resultantes de los procesos pedogenéticos son también diferentes, tendiendo a la génesis de horizontes cálcicos en RHS ústico hacia el sector SO, mientras que el RHS údico del sector NE promueve la translocación de partículas arcillosas y evoluciona desarrollando horizontes argílicos.

## LITERATURA CITADA

- AMIOTTI, N. 1988. Cambios en las propiedades subsuperficiales inducidas por el uso del suelo. Arg., CONICET p. 197. (Inédito).
- BARSHAD, I. 1955. Soil development. In Chemistry of soil. F.E. Bear (Ed.). New York, Reinhold Publishing Corporation p. 1-52.
- BLANCO, M. DEL C. 1986. Micromorphology and mineralogy of some soils of the humid pampa. Thesis Magister. Bélgica, Gante.
- BLOOM, ? 1990. Some questions about the pampean loess. In Simposio Internacional sobre Loess. Arg., Mar del Plata. p. 29-31. (Resumen extendido).
- DARWIN, C. 1846. Geological observations in South America. London.
- D'ORBIGNY, A.D. 1842. Voyage dans L'Amérique Meridionale. Geologie (Francia) 3:3.
- FRENGUELLI, J. 1925. Loess y limos pampeanos. Universidad Nacional de La Plata. Serie Técnica y Didáctica no. 7. p. 1-88.
- GERETY, K.M.; SINGERLAND, R. 1983. Nature of the saltating population in wind tunnel experiments with heterogeneous size density sands in eolian sediments and processes. Amsterdam. Developments in Sedimentology no 38. p. 115-132.
- IMBELLONE, P.; CAMILION, M.C. 1984. Aplicación de diferentes criterios para identificar discontinuidades litológicas. Buenos Aires, Partido de Carlos Tejedor. Ciencia del Suelo 2(1): 149-158.
- LUTERS, J.A. 1982. Edafogénesis de la climosecuencia existente entre el SE de la provincia de La Pampa y el Litoral Atlántico. Tesis Magister. Arg., Bahía Blanca. p. 200.
- MORRAS, H. 1985. Estado actual de la mineralogía y micropedología de suelos de la región pampeana norte. In Jornadas Regionales de Suelos de la Región Pampeana Norte (1. Rafaela, Arg.). Actas. p. 191-214.
- PAEZ, M.M.; PRIETO, A.P. 1990. Reconstrucción paleoambiental por análisis de polen de secuencias de loess en el sudeste de Buenos Aires (Argentina). In Simposio Internacional sobre Loess (Mar del Plata, Arg.) p. 21-25.
- PAZOS, S. 1981. Micromorphology and mineralogy of the sand fraction of some mollisols. Tesis Magister. Bélgica, Gante. p. 112.
- SCOPPA, S. 1974. The pedogenesis of a sequence of mollisols in the undulating pampa, República Argentina. Tesis Doctoral. Gante, Bélgica. p. 158.
- SPALLETI, L.A. 1990. Loessitas: Realidad o fantasía. In Simposio Internacional sobre Loess (Mar del Plata, Arg.) p. 1-10.
- STOOPS, G. 1985. Notes on soil mineralogy. Ghent, Belgium, ITC. p. 20.
- TERUGGI, M. 1957. The nature and origin of Argentinian loess. Journal of Sedimentary Petrology 27(3).
- TERUGGI, M.; IMBELLONI, P. 1983. Perfiles de estabilidad mineral en suelos desarrollados sobre loess de la región pampeana septentrional, Argentina. AACS 1(1):65-74.
- TRICART, J. 1973. Geomorfología de la pampa deprimida: Plan mapa de suelos de la región pampeana. INTA, Arg. Colección Científica.
- UNITED STATES. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1990. Keys to soil taxonomy. Soil Management Support Service. p. 422.
- ZARATE, M.; BLASI, A. 1988. Consideraciones sobre el origen, procedencia y transporte del loess del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. In Simposio Internacional sobre Loess. Mar del Plata, Arg. p. 15-20. (Resumen expandido).

# Polvos Vegetales para el Combate de *Sitophilus zeamais* Motsch. y *Zabrotes subfasciatus* Boh. en Maíz y Frijol<sup>1</sup>

D.A. Rodríguez\*; S. Sánchez\*

## ABSTRACT

In the laboratory, a study was conducted to evaluate the effect of 103 plant species powders, corresponding to 38 families, on mortality and emergence of the F1 of the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motsch. and the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* Boh. The plants were subjected to a drying and pulverizing process; afterward, corn and beans were mixed with the powders at a 1% dosage (1 g powder in 100 g of grain), and ten pairs of one-to five-day old insects were added. Mortality was determined at 6 and 15 days, and emergence percentage of F1 with respect to the control was determined at 55 and 50 days after beginning the experiment, in maize weevil and Mexican bean weevil, respectively. The plants that presented promising results, causing a mortality over 20% in both insects, were the foliage of *Pimenta dioica* (L.) Merrill, *Ficus padifolia* H.B.K., *Coccoloba barbadensis* Jacq. with the maize weevil, the foliage of the plant *Carica papaya* L. reduced F1 emergence by 36.0% compared to the control; against the Mexican bean weevil, neither of the plants evaluated produced a reduction in the F1 less than 50%.

## RESUMEN

En laboratorio, se evaluó el efecto de los polvos de 103 especies vegetales de 38 familias sobre la mortalidad y la emergencia de la F1 del picudo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch., y el gorgojo mexicano o pinto del frijol, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Para obtener los polvos, los materiales se sometieron a un proceso de secado y pulverizado; posteriormente se mezclaron con grano, de maíz o frijol, en dosis de 1% (1 g de polvo en 100 g de maíz o frijol) y se agregaron 10 parejas de insectos de un día a cinco días de edad. A los 6 d y 15 d, se determinó el porcentaje de mortalidad y a los 55 d y 50 d, el de emergencia de la F1 con respecto al testigo en picudo del maíz y en gorgojo pinto del frijol, respectivamente. Las plantas que presentaron resultados promisorios, con una mortalidad superior al 20% en ambos insectos, fueron los follajes de *Pimenta dioica* (L.) Merrill, *Ficus padifolia* H.B.K., *Coccoloba barbadensis* Jacq.; mientras que, con el picudo del maíz, el follaje de la planta *Carica papaya* L. presentó un 36.0% de reducción en la emergencia de la F1, comparada con el testigo; sin embargo, contra el gorgojo pinto del frijol, en ese parámetro, las plantas evaluadas no presentaron una reducción de la F1 menor al 50 por ciento.

Palabras clave: *Sitophilus zeamais*, *Zabrotes subfasciatus*, polvos vegetales, insecticidas, granos almacenados.

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Tabasco, en el sureste de México, el maíz y el frijol son considerados como los granos básicos de mayor importancia, pues son el alimento principal en la dieta del tabasqueño, sobre todo en el medio rural, cuya población es aproximadamente el 65% del total de la población estatal (Castañeda y Cámara 1992).

Entre los sistemas de producción de maíz y frijol, que practican los agricultores tabasqueños, se destaca la tecnología tradicional, empleada hasta por un 80% de los campesinos sin usar insumos; depende de la fuerza física y de la práctica del cultivo con baja tecnología (Castañeda y Cámara 1992).

<sup>1</sup> Recibido para publicar el 9 de junio de 1993.  
Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por el apoyo brindado a este trabajo, el cual forma parte del Proyecto No. P22OCCOR903812.

\* Investigador Docente del Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agropecuario, Forestal y Acuícola del Sureste (CEICADES), Colegio de Postgraduados, Apartado Postal 24, H. Cárdenas, Tabasco, Méx.

\* Investigador Auxiliar Adjunto del Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agropecuario, Forestal y Acuícola del Sureste (CEICADES), Colegio de Postgraduados, Apartado Postal 24, H. Cárdenas, Tabasco, Méx.

Un problema constante del agricultor, para el abastecimiento y consumo de maíz y frijol, es la adecuada preservación y resguardo de los granos, ante el imposible consumo inmediato de la producción total de las cosechas. Surge la necesidad de almacenarlos para utilizarlos de acuerdo con las necesidades del consumidor.

Asimismo, las altas temperaturas y la humedad relativa del medio ambiente obligan muchas veces al campesino a almacenar sus productos con elevados contenidos de humedad, lo que provoca un aumento en la población de insectos-plaga.

Las pérdidas en granos almacenados se atribuyen principalmente a los insectos-plaga, entre los que destacan, por su daño, el picudo del maíz, *S. zeamais* Motsch., y el gorgojo mexicano o pinto del frijol, *Z. subfasciatus* (Boh.); cuyo combate, en las grandes bodegas, es con insecticidas, a pesar de los resultados promisorios del combate biológico y genético.

Desafortunadamente, la mayoría de los campesinos dedicados a estos cultivos no utilizan los productos químicos para conservar sus granos por la falta de recursos económicos y bajos rendimientos, obtenidos con la agricultura de subsistencia o tradicional.

Se impone la búsqueda de métodos de combate de las plagas más acordes con estas áreas agrícolas, en que las pérdidas implican la necesidad de realizar controles que permitan mantener el tamaño de las poblaciones en niveles bajos, causando el menor daño posible. Como una posible solución a este problema, se presenta el uso de polvos vegetales para contrarrestar el daño producido por los insectos. Este planteamiento tiene como ventajas evidentes la protección de los cultivos con métodos sencillos, baratos y de fácil adopción por los agricultores de escasos recursos, además de evitar los riesgos de contaminación y de accidentes con insecticidas convencionales.

La actividad protectora de las plantas las lleva a producir sustancias en su metabolismo, que afectan el desarrollo normal de los insectos al provocarles diferentes reacciones como la repelencia, la antibiosis y la acción insecticida. También los productos naturales de los vegetales proveen sustancias bioactivas, que han sido precursoras de algunos insecticidas como los carbamatos y los piretroides (Lagunes

1990). Entre las más conocidas están las flores de piretro, *Chrysanthemum cinerariifolium*, usadas en el siglo XIX. Otras plantas utilizadas como insecticidas son la nicotina, rotenona, rianina y sabadilla (Jacobson 1975).

En 1975, se encontró que la jícama, *Pachyrhizus erosus* (Leguminosae), se usaba en varios países tropicales en forma de extracto acuoso contra el gorgojo mexicano del frijol y contra varias especies de áfidos (Gunther y Jeppson 1975); mientras que el extracto de la pimienta negra, *Piper nigrum*, fue altamente tóxico para el *S. oryzae* L. (gorgojo del arroz); esa toxicidad se atribuyó a la presencia de piperina en esa planta (Su 1977).

En México, como resultado de una serie de investigaciones iniciadas desde 1983, en el laboratorio de Toxicología y Manejo de Insecticidas del Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados, se han evaluado 384 especies vegetales y se desecharon los resultados obtenidos con otras 69, por su inconsistencia. Hasta el momento se cuenta con 64 especies prometedoras para el combate del gusano cogollero; dos especies vegetales, para la conchuela del frijol; 13 especies, para el picudo del maíz; 10 especies vegetales, para el barrenador mayor de los granos del maíz, y 20, para el gorgojo pardo y pinto del frijol (Lagunes 1989). Se plantearon los siguientes objetivos: evaluar el efecto de los polvos vegetales del sureste de México sobre la mortalidad y la emergencia de la F1 en el picudo del maíz y el gorgojo pinto del frijol, y determinar los mejores polvos vegetales para el control de estos insectos.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante los años 1991 y 1992, en el Laboratorio de Entomología del Centro Regional CEICADES, del Colegio de Postgraduados, en H. Cárdenas, Tabasco.

La cría de *S. zeamais* y *Z. subfasciatus* se mantuvo a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa del  $70\% \pm 5\%$ ; la fuente de alimentación de los insectos consistió en maíz blanco regional y frijol variedad Negro Veracruz. Las plantas utilizadas en la investigación se recolectaron en el Estado de Tabasco y en el sureste de México. Las plantas se sometieron a un proceso de secado a la

sombra durante 15 d y, posteriormente, se pulverizaron mecánicamente hasta obtener un polvo fino.

El criterio usado para sexar adultos de *S. zeamais* fue la observación en el *rostrum* del macho, el cual es claramente más corto, más ancho y más rugoso que el de la hembra (Halstiad 1963). Mientras que para sexar adultos de *Z. subfasciatus*, se observó que en la especie existe un marcado dimorfismo sexual, pues el macho es más pequeño que la hembra y, además, presenta pelos amarillentos y blancos; éstos últimos forman una mancha triangular preescutelar y una mancha transversal en medio de cada élitro (Decelle 1951).

#### Efecto de los polvos vegetales sobre adultos

Se evaluaron 108 y 111 tratamientos para el picudo del maíz y el gorgojo pinto del frijol, respectivamente, en un diseño al azar con tres repeticiones; cada una incluyó un testigo sin aplicar. La dosis utilizada fue del 1% (1 g de polvo en 100 g del maíz o frijol).

#### Evaluación del porcentaje de mortalidad

La metodología usada para cada especie de insectos fue la siguiente: en un frasco con capacidad apropiada, se pusieron 100 g de maíz o frijol con humedad de grano de 12% - 15%; se les agregó el polvo de la planta, mezclado manualmente mediante movimientos oscilatorios y verticales; en cada tratamiento se depositaron 10 hembras y 10 machos del respectivo insecto de 1 d a 5 d de edad. Una vez realizada la infestación, se mantuvieron las 10 parejas de insectos en maíz y frijol durante 15 d y 6 d, respectivamente, a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de  $70\% \pm 5\%$ , para que copularan y ovipositaran; al término de estos días, se retiraron los adultos y se cuantificó el número de insectos muertos.

Se consideró que un polvo fue promisorio cuando su efecto se reflejó en una mortalidad igual o superior al 20% (Lagunes 1989). La mortalidad se corrigió con la ecuación de Abbott (1925).

$$MC = \frac{X - Y}{100 - Y} \cdot 100$$

donde:

MC = mortalidad corregida  
X = mortalidad en el tratamiento  
Y = mortalidad en el testigo.

#### Evaluación del porcentaje de emergencia

En los mismos tratamientos se evaluó el número de insectos emergidos de la FI del picudo del maíz y el gorgojo pinto del frijol a los 55 d y 50 d de iniciada la infestación, respectivamente. Se consideraron promisorios aquellos tratamientos cuyo porcentaje de emergencia fue igual o menor en un 50% respecto del testigo (Lagunes 1989). Para el cálculo del porcentaje de emergencia en adultos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{X}{Y} \times 100$$

donde:

X= número de insectos emergidos en el tratamiento  
Y= número de insectos emergidos en el testigo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *S. zeamais*

En el Cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos en la prueba con el picudo del maíz, en 108 tratamientos, que pertenecen a 102 plantas silvestres recolectadas en el sureste del país. Los tratamientos, que causaron una mortalidad igual o mayor al 20% y una emergencia menor o igual al 50% con respecto al testigo, se dan en el Cuadro 2.

Los tratamientos promisorios en el primer parámetro fueron 22; de ellos, resaltaron por su mayor porcentaje de mortalidad los follajes de las plantas *P. dioica*, *F. padifolia*, *C. barbadensis* y *Gliricidia sepium*, con 63.4%, 59.0%, 48.1%, 47.7%, respectivamente.

En cuanto al porcentaje de emergencia con respecto del testigo, cinco plantas resultaron prometedoras. Entre ellas, sobresalieron los follajes de *C. papaya* y *Chenopodium ambrosioides* con valores respectivos de 36.0% y 37.0 por ciento.

Cuadro 1. Toxicidad de los polvos de origen vegetal sobre *S. zeamais* y *Z. subfasciatus* (H. Cárdenas, Tabasco. 1991).

Nombre científico	Familia	Maíz		Frijol	
		Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Mortalidad (%)	Emergencia (%)
<i>Adelia barbenervis</i>	(fo) Euphorbiaceae	7.1	87.0	6.0	92.3
<i>Amaranthus spinosus</i>	(fol) Amaranthaceae	21.2	63.5	7.0	92.1
<i>Ambrosia cumanensis</i>	(fol) Asteraceae	5.1	68.3	0.0	92.5
<i>Bidens squarrosa</i>	(ft) Asteraceae	-0.4	94.5	5.0	84.8
<i>Bixa orellana</i>	(fo) Bixaceae	0.4	72.0	-1.0	69.0
<i>Bursera graveolens</i>	(fo) Burseraceae	—	—	18.5	114.4
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	(fo) Caesalpinaceae	1.2	6.5	5.3	63.7
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	(fl) Caesalpinaceae	-1.7	93.2	8.5	82.2
<i>Calliandra houstoniana</i>	(fo) Leguminosae	12.5	67.0	1.8	70.0
<i>Calopogonium caeruleum</i>	(fo) Leguminosae	0.0	99.0	7.5	96.0
<i>Calythranthes pallens</i>	(fo) Myrtaceae	0.7	93.0	11.0	76.0
<i>Carica papaya</i>	(fo) Caricaceae	23.8	36.0	3.3	82.8
<i>Casearia nitida</i>	(fo) Flacourtiaceae	23.7	139.0	15.8	183.7
<i>Cassia fruticosa</i>	(fo) Leguminosae	-1.5	94.0	10.9	99.0
<i>Cassia suboellata</i>	(fo) Leguminosae	-11.6	87.0	0.0	109.0
<i>Cecropia obtusifolia</i>	(fo) Moraceae	19.4	74.0	10.0	91.2
<i>Cedrela odorata</i>	(fo) Meliaceae	-6.1	149.1	0.0	69.9
<i>Chamaecrista chamaecristoide</i>	(fo) Leguminosae	-1.5	67.6	2.7	113.8
<i>Chamaecrista chamaecristoide</i>	(fr) Leguminosae	-26.5	127.0	5.5	94.3
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	(fo) Chenopodiaceae	-3.1	58.4	10.0	87.3
<i>Citharexylum hexangulare</i>	(fo) Verbenaceae	17.7	82.5	35.9	112.2
<i>Citrus cinensis</i>	(fo) Rutaceae	10.8	61.0	13.3	74.0
<i>Cleome spinosa</i>	(for) Capparidaceae	-11.6	93.0	10.8	118.7
<i>Coccoloba barbadensis</i>	(fo) Polygonaceae	48.1	81.0	56.5	84.0
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	(fo)Cochlospermaceae	-3.5	189.0	1.6	85.0
<i>Conyza canadensis</i>	(fo) Compuesta	4.5	211.0	5.5	79.0
<i>Cornutia pyramidata</i>	(fo) Verbenaceae	—	—	45.9	78.0
<i>Crotalaria retusa</i>	(for) Leguminosae	-3.2	111.0	-2.9	110.6
<i>Croton argenteus</i>	(fo) Euphorbiaceae	-15.0	83.0	5.5	114.0
<i>Cyathula achyranthoides</i>	(fo) Amaranthaceae	14.3	93.4	3.3	72.5
<i>Cytarexylum hexangulare</i>	(fo) Verbenaceae	3.5	111.0	-1.6	101.4
<i>Dalbergia brownei</i>	(fol) Leguminosae	-1.9	72.0	8.3	76.6
<i>Desmanthus virgatus</i>	(fo) Leguminosae	15.0	77.0	2.7	108.7
<i>Desmodium canon</i>	(fo) Leguminosae	-1.6	120.0	-2.7	102.3
<i>Diphysa rubinioides</i>	(fo) Leguminosae	-16.6	91.0	-10.0	103.5
<i>Epaltes mexicana</i>	(fo) Asteraceae	11.5	79.5	48.7	96.7
<i>Epaltes mexicana</i>	(flr) Asteraceae	—	—	0.0	121.0
<i>Erythrina americana</i>	(fo) Leguminosae	-1.8	160.5	-5.7	70.0
<i>Euphorbia hirta</i>	(fo) Euphorbiaceae	10.7	103.0	-0.2	84.2
<i>Faramea occidentalis</i>	(fo) Rubiaceae	37.0	117.0	13.6	201.0
<i>Ficus padifolia</i>	(fo) Moraceae	59.0	46.0	68.0	290.6
<i>Ficus padifolia</i>	(fr) Moraceae	24.6	47.0	25.5	264.7
<i>Ficus sp.</i>	(fo) Moraceae	37.8	67.0	32.3	79.0
<i>Ficus sp. (tocó blanco)</i>	(fo) Moraceae	25.2	77.0	39.0	91.0
<i>Gliricidia sepium</i>	(fo) Leguminosae	47.7	76.0	30.7	170.0
<i>Govana polygama</i>	(fo) Rhamnaceae	-0.2	112.2	10.5	113.3

(Cont. Cuadro 1.)

Nombre científico	Familia	Maíz		Frijol	
		Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Mortalidad (%)	Emergencia (%)
<i>Guarea chichon</i>	(fo) Meliaceae	2.3	68.0	9.2	83.3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	(fo) Sterculiaceae	22.0	92.0	40.2	76.0
<i>Hamelia patens</i>	(fo) Rubiaceae	6.1	127.6	-1.6	68.0
<i>Hamelia patens</i>	(flr) Rubiaceae	8.4	92.0	-0.1	88.0
<i>Hamepea nutricia</i>	(fo) Malvaceae	37.1	127.0	8.3	164.1
<i>Heliconia latispatha</i>	(fo) Heliconiaceae	44.5	105.0	22.1	133.0
<i>Heliotropium filiforme</i>	(fol) Boraginaceae	-5.0	116.0	-0.2	91.0
<i>Heliotropium indicum</i>	(fl) Boraginaceae	-2.3	88.6	4.2	97.0
<i>Hibiscus striatus</i>	(fo) Malvaceae	5.0	96.0	2.9	67.0
<i>Hyptis verticillata</i>	(fo) Lamiaceae	35.3	71.5	-15.2	107.5
<i>Inga vera</i>	(fo) Leguminosae	12.3	86.0	52.2	147.7
<i>Ipomea fistulosa</i>	(fol) Convolvulaceae	-11.7	134.6	1.6	94.4
<i>Iresine celosia</i>	(fl) Amaranthaceae	2.2	95.0	19.4	99.0
<i>Lantana camara</i>	(fol) Verbenaceae	8.6	86.9	6.6	79.3
<i>Ligodium venustum</i>	(fo) Schisaceae	-5.0	128.0	6.2	75.3
<i>Lonchocarpus sp.</i>	(fo) Leguminosae	2.6	92.0	-0.2	90.0
<i>Machaerium falciforme</i>	(fo) Leguminosae	0.0	95.0	2.5	71.0
<i>Malva viscus arboreus</i>	(fo) Malvaceae	-5.0	120.0	0.2	132.1
<i>Mangifera indica L.</i>	(fo) Anacardiaceae	1.8	98.1	5.0	79.5
<i>Manihot esculenta</i>	(fo) Euphorbiaceae	-4.7	95.0	52.2	107.0
<i>Melia azaderach</i>	(fo) Meliaceae	34.2	94.0	42.5	255.6
<i>Melochia pyramidata</i>	(fol) Sterculiaceae	16.5	54.0	5.0	58.5
<i>Melothria pendula</i>	(fl) Cucurbitaceae	5.0	115.0	-4.0	93.0
<i>Mimosa pigra</i>	(fo) Leguminosae	42.6	75.5	6.6	108.0
<i>Mirabilis jalapa</i>	(fl) Vryctaginaceae	-3.6	160.4	5.0	79.0
<i>Momordica charantia</i>	(fo) Cucurbitaceae	13.9	113.0	40.2	156.0
<i>Muntingia calabura</i>	(fr) Elaocarpaceae	-0.2	105.0	0.0	75.0
<i>Muntingia calabura</i>	(fol) Elaocarpaceae	1.9	111.0	-10.0	86.5
<i>Ocimum basilicum</i>	(fol) Labiatae	-3.6	136.0	-0.2	84.4
<i>Ocimum basilicum</i>	(flr) Labiatae	0.1	96.0	0.2	106.0
<i>Pachira aquatica</i>	(fo) Bombacaceae	6.0	64.7	11.6	77.0
<i>Parmentiera edulis</i>	(fo) Bignoniaceae	0.8	90.0	5.2	79.0
<i>Phytolacca icosandra</i>	(fo) Phytolaccaceae	35.1	103.0	11.1	85.2
<i>Philodendron sagittifolium</i>	(fo) Araceae	34.6	113.0	-11.1	562.0
<i>Pithecellobium dulce</i>	(fo) Leguminosae	0.4	91.0	0.1	78.0
<i>Pithecellobium saman</i>	(fo) Leguminosae	17.8	61.9	11.6	72.8
<i>Pilea sp.</i>	(fo) Urticaceae	-5.0	99.1	5.8	82.1
<i>Pimenta dioica</i>	(fo) Myrtaceae	63.4	90.0	84.6	106.0
<i>Piper aduncum</i>	(fo) Piperaceae	12.4	104.0	5.9	119.0
<i>Piper auritum</i>	(fo) Piperaceae	12.9	50.0	38.8	56.4
<i>Polygonum punctatum</i>	(c) Polygonaceae	17.0	105.0	1.8	81.0
<i>Portulaca oleracea</i>	(c) Portulacaceae	1.6	99.3	-3.0	81.8
<i>Priva lapulacea</i>	(fol) Verbenaceae	-5.1	104.6	3.3	86.5
<i>Pseudo-elephantopus spicatus</i>	(fol) Asteraceae	-3.7	105.0	9.3	53.0
<i>Psychotria sp.</i>	(fo) Rubiaceae	35.9	102.0	10.0	73.0
<i>Ricinus communis</i>	(fo) Euphorbiaceae	7.4	78.7	6.6	85.3
<i>Salix nigra</i>	(fo) Salicaceae	1.6	93.0	2.8	107.0
<i>Sapindus saponaria</i>	(fo) Sapindaceae	1.9	72.0	7.0	85.0
<i>Sida acuta</i>	(fol) Malvaceae	12.6	133.0	5.0	73.8
<i>Solanum campechiense</i>	(fl) Solanaceae	8.0	93.0	-5.9	98.0

(Cont. Cuadro 1.)

Nombre científico	Familia	Maíz		Frijol	
		Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Mortalidad (%)	Emergencia (%)
<i>Solanum lanceifolium</i>	(fo) Solanaceae	7.8	86.0	20.0	124.7
<i>Solanum umbellatum</i>	(fo) Solanaceae	3.5	130.0	3.2	102.0
<i>Spilanthes americana</i>	(fol) Asteraceae	-10.9	166.6	15.0	97.0
<i>Spondias mombin</i>	(fo) Anacardiaceae	-14.8	120.3	3.3	83.2
<i>Stigmaphyllon humboldtianum</i>	(fo) Malpigiaceae	1.7	142.0	-1.2	117.5
<i>Syngonium podophyllum</i>	(fo) Araceae	1.6	118.0	7.3	91.0
<i>Tabernaemontana alba</i>					
Mill	(fo) Apocynaceae	10.8	92.0	2.5	67.1
<i>Thalia geniculata</i>	(fo) Marantaceae	-4.5	109.0	18.6	116.4
<i>Tinantia erecta</i>	(fl) Commelinaceae	-1.7	113.6	4.5	83.6
<i>Tithonia diversifolia</i>	(fo) Asteraceae	1.4	114.0	-4.7	127.0
<i>Vernonia</i> sp	(fo) Asteraceae	-1.6	123.0	1.0	96.0
<i>Vitis tiliifolia</i>	(fo) Vitaceae	3.3	122.0	-3.5	91.0
<i>Vytneria oculata</i>	(fo) Sterculiaceae	-8.8	113.0	18.2	89.1
<i>Wedelia trilobata</i>	(fol) Asteraceae	-0.5	197.4	1.6	79.2
<i>Zexmenia serrata</i>	(fo) Asteraceae	16.6	87.0	15.7	175.1

1 g de polvo en 100 g de grano = dosis del 1%

fo = follaje; fr=fruto; for=follaje,fruto; ft=follaje,tallo; fl = follaje, tallo, flor; fol = follaje, flor; flr = flor, fruto; C = corteza

*Z. subfasciatus*

En el caso del gorgojo mexicano del frijol se evaluaron 111 tratamientos, que pertenecen a 103 plantas silvestres recolectadas en el sureste del país (Cuadro 1). Las pruebas donde se reflejó un efecto en la mortalidad igual o mayor al 20% y una emergencia de la F1 igual o menor al 50% en relación con el testigo, se presentan en el Cuadro 2.

Dieciocho tratamientos resultaron promisorios a los 6 d de exposición al polvo; de ellos tuvieron mayor porcentaje de mortalidad los follajes de las plantas *P. dioica*, *F. padifolia*, *C. barbadensis*, *Inga vera* y *Manihot esculenta* con 84.6%, 68.0%, 56.5%, 52.2% y 52.2%, en su orden.

Por otro lado, es importante mencionar que ninguna de las plantas evaluadas cumplió con el parámetro establecido para la emergencia de la F1 a los 50 d; sin embargo, *Pseudoelephantopus spicatus* se acercó con un porcentaje de 53.0 d con respecto al testigo.

## CONCLUSIONES

En las pruebas realizadas con maíz, se observó que de los 108 tratamientos evaluados con una dosis del 1%, 22 resultaron promisorios. Entre ellos sobresalió el follaje de *P. dioica*, con el mayor porcentaje de mortalidad a los 15 d (63.4%) sobre el picudo del maíz.

El porcentaje de emergencia de la F1, en relación con el testigo a los 55 d, fue satisfactorio en cinco plantas y el mejor tratamiento fue el follaje de *C. papaya* con un valor de 36.0 por ciento.

En las pruebas contra el gorgojo pinto del frijol, se determinó que de los 111 tratamientos evaluados, 18 fueron promisorios. Nuevamente, el follaje de *P. dioica*, con un valor de 84.6%, presentó el mayor porcentaje de mortalidad a los seis días.

Ninguna de las plantas evaluadas con frijol cumplió con el parámetro establecido para el porcentaje de emergencia de la F1 a los 50 días. Sin embargo, *P. spicatus* se acercó a ese porcentaje con 53.0% de emergencia con respecto al testigo.

Cuadro 2. Relación de tratamientos sobre *S. zeamais* y *Z. subfasciatus* (H. Cárdenas, Tabasco 1991).

Nombre científico	Familia	Maíz		Frijol	
		Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Mortalidad (%)	Emergencia (%)
<i>Amaranthus spinosus</i>	(fol) Amaranthaceae	21.2	63.0	—	—
<i>Carica papaya</i>	(fo) Caricaceae	23.8	36.0	—	—
<i>Casearia nitida</i>	(fo) Flacourtiaceae	23.7	139.0	—	—
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	(fo) Chenopodiaceae	-3.1	37.0	—	—
<i>Citharexylum hexangulare</i>	(fo) Verbenaceae	—	—	35.9	112.2
<i>Coccoloba barbadensis</i>	(fo) Polygonaceae	48.1	81.0	56.5	84.0
<i>Cornutia pyramidata</i>	(fo) Verbenaceae	—	—	45.9	78.0
<i>Epaltes mexicana</i>	(fo) Asteraceae	—	—	48.7	96.7
<i>Fareamea occidentalis</i>	(fo) Rubiaceae	37.0	117.0	—	—
<i>Ficus padifolia</i>	(fo) Moraceae	59.0	46.0	68.0	290.6
<i>Ficus padifolia</i>	(fr) Moraceae	24.6	47.0	25.5	264.7
<i>Ficus sp.</i>	(fo) Moraceae	37.8	67.0	32.3	79.0
<i>Ficus sp. (tocó blanco)</i>	(fo) Moraceae	25.2	77.0	39.0	91.0
<i>Gliricidia sepium</i>	(fo) Leguminosae	47.7	76.0	30.7	170.0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	(fo) Sterculiaceae	22.0	92.0	40.2	76.0
<i>Hampea nutricia</i>	(fo) Malvaceae	37.1	127.0	—	—
<i>Heliconia latispatha</i>	(fo) Heliconiaceae	44.5	105.0	22.1	133.0
<i>Hyptis verticillata</i>	(fo) Lamiaceae	35.3	71.5	—	—
<i>Inga vera</i>	(fo) Leguminosae	—	—	52.2	147.7
<i>Manihot esculenta</i>	(fo) Euphorbiaceae	—	—	52.2	107.0
<i>Melia azadirach</i>	(fo) Meliaceae	34.2	94.0	42.5	255.6
<i>Melochia pyramidata</i>	(fo) Sterculiaceae	16.5	54.0	—	—
<i>Mimosa pigra</i>	(fo) Leguminosae	42.6	75.5	—	—
<i>Momordica charantia</i>	(fo) Cucurbitaceae	—	—	40.2	156.0
<i>Philodendron sagittifolium</i>	(fo) Araceae	34.6	113.0	—	—
<i>Phytolacca icosandra</i>	(fo) Phytolacaceae	35.1	103.0	—	—
<i>Pimenta dioica</i>	(fo) Myrtaceae	63.4	90.0	84.6	106.0
<i>Piper auritum</i>	(fo) Piperaceae	—	—	38.8	56.4
<i>Pseudo-elephantopus spicatus</i>	(fo) Asteraceae	—	—	9.3	53.0
<i>Psychotria sp.</i>	(fo) Rubiaceae	35.9	102.0	—	—

1 g de polvo en 100 g de grano de frijol= dosis del 1%.

fo = follaje; fr = fruto; for = follaje, fruto; ft = follaje, tallo;

ftl = follaje, tallo, flor; fol = follaje, flor; flr = flor, fruto

#### LITERATURA CITADA

ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267

CASTAÑEDA, C.R.; CAMARA, J. 1992. La agricultura en Tabasco. Villahermosa, Méx., Universidad Juárez Autónoma de Tabasco 164 p

DECELLE, J. E. 1951. Contribution à l'étude Bruchidae de Congo Belge. *Rev. Zool. Bot. African.* 45:92-172

GUNTHER, F.A.; JEPSON, L.R. 1975. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. Méx., CECSA p 201-225

HALSTEAD, D.G.H. 1963. External sex differences in stored products of Coleoptera. *Bulletin of Entomological Research* 54:119-134.

JACOBSON, M. 1975. Insecticides from plants: A review of the literature 1954-1971. Washington, D.C., USDA Agriculture Handbook no. 461.

LAGUNES, T.A. 1988. Manejo de insecticidas piretroides. Chapingo. Méx., Colegio de Postgraduados-CENA 29 p.

LAGUNES, T.A. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT-Colegio de Postgraduados-CENA 150 p.

SU, H.C.F. 1977. Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. Journal of Economic Entomology 70(1):18-21.

## Reseña del libro

**SOIL ANALYSIS: MODERN INSTRUMENTAL TECHNIQUES.** 1991. 2 ed. K.A. Smith (Ed.). New York, M. Dekker. 659 p.

Se discuten en catorce capítulos las más recientes técnicas de análisis de suelos, tanto las ya establecidas, como la absorción atómica, y otras bastante novedosas, como el análisis por fluorescencia de rayos-X.

Se comienza con una introducción sobre los principios del método; se continúa con un examen del equipo disponible con énfasis en las limitaciones y posibles interferencias. Se concluye con las aplicaciones más conocidas. Los capítulos tienen amplias bibliografías, una de las cuales, referente a la absorción atómica, incluye 475 citas.

En general, la obra está dirigida a aquel usuario que dispone o puede disponer de equipo novedoso para el análisis de suelo. Es útil para mostrar las ventajas y las limitaciones de aquellas técnicas re-

cientes como la espectrometría a plasma acoplada al análisis por fluorescencia de rayos-X y las diferentes técnicas cromatográficas para suelos y plaguicidas. En varios capítulos se informa sobre el equipo existente y donde comprarlo.

En adición al equipo y los métodos para análisis rutinario de suelos, en esta publicación, se discuten también las técnicas de investigación y las técnicas de espectrometría de masa para la determinación de las relaciones de isótopos de nitrógeno y el análisis de grupos funcionales de suelos por espectroscopía de resonancia magnética nuclear.

En resumen constituye un texto avanzado. Se recomienda para investigadores en química y análisis de suelos y otros componentes de ecosistemas.

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

# Efeito de Adubação N, P e K na Produção de Alporques de Cajueiro Anão Sob Condições de Irrigação<sup>1</sup>

A. Guedes Almeida\*, F. C. Guedes Almeida\*,  
J. Meneses Junior\*

## ABSTRACT

In order to study fertilization of a cashew crop the present experiment was carried out in Caucaia, Ceara, Brazil, during the year 1991-1993. The experiment consisted of N, P, K and NPK applications in precocious dwarf cashew plants propagated by air layering and subjected to irrigation conditions. Applications of P, K and NPK enhanced significantly nut and peduncle production, while N fertilization influenced plant yield negatively. The results of the investigation for two harvest periods revealed that air layering contributed to low experimental variability.

**Key words:** Precocious dwarf cashew plant, air layer fertilization, production.

## RESUMO

O presente trabalho, conduzido em Caucaia, Ceará, Brasil, teve por objetivo estudar a influência da adubação química em alporques de cajueiro anão precoce submetido a irrigação localizada durante o período 1991-1993. Foi avaliado o efeito da aplicação de N, P, K e NPK sobre o número e peso de castanhas e pedúnculos produzidos durante as duas primeiras safras da cultura. A aplicação de P, K e NPK concorreu para um aumento significativo do número e peso de castanhas e pedúnculos, enquanto que, o uso de N interferiu negativamente na produção. Os resultados desta pesquisa revelaram que o uso de plantas provenientes de alporquia contribuiu, bastante, para diminuir a variabilidade experimental.

**Palavras chave:** Cajueiro anão precoce, alporques, adubação, produção

## INTRODUÇÃO

A cultura do cajueiro no Brasil encontra-se disseminada em vários estados, achando-se, no entanto, concentrada no Nordeste. O Ceará responde, por mais de 70% de toda a produção brasileira de castanha de caju. Segundo a FIEC (1991), a castanha de caju participou, na última década, com 47% de todas as exportações internacionais do estado. Mesmo assim, com esta excelente performance no mercado mundial consumidor, ainda pouco se tem feito para se conseguir aumentar a produtividade dos cajueiros em explorações agrícolas comerciais ditas racionais. Na realidade, de acordo com Barros *et al.* (1984), a cultura do cajueiro comum tem se caracterizado, principalmente, pelas

extensas áreas cultivadas e pela sua baixa produtividade, atualmente, segundo Correa *et al.* (1993), estimada em 220 kg/ha de castanhas.

A redução das safras nos últimos anos pode ser atribuída ao baixo nível tecnológico empregado pelos produtores do nordeste, agravada pelas condições climáticas adversas (Barros *et al.* 1984). Conforme Pimentel (1988) esta redução deve-se, também, a não adoção do uso de defensivos e fertilizantes, em função do empobrecimento dos solos. Trabalhos realizados pelo Centro Nacional de Pesquisa do Caju (CNPc) - EMBRAPA (s.d.) mostraram que as áreas produtoras de castanhas, normalmente, encontram-se em solos deficientes em nutrientes e com elevado teor de alumínio, fatores responsáveis, em parte, pela baixa produtividade da cultura.

Até o momento, praticamente, não são conhecidos estudos da avaliação da cultura nas diferentes unidades de solos, para que se possa estabelecer uma relação entre as produtividades e as características

<sup>1</sup> Recebido para publicação el 26 agosto de 1994

\* Eng. Agr., Ph.D., Professor da Universidade Federal do Ceará, Pesquisador do CNPq; Caixa Postal 12.168, Fortaleza, Ce., Bra

\* Eng. Agr., M.S.; Pesquisador do CNPq, Caixa Postal 12.168, Fortaleza, Ce., Bra

dos mesmos (Drumont 1988). Com o advento do cajueiro anão precoce, talvez o primeiro estágio do melhoramento da cultura (Almeida *et al.* 1992), pode-se pensar na adoção de tecnologia moderna para a exploração racional da espécie. Lefebvre (1970), Parente *et al.* (1972), Krisnamurthy *et al.* (1985) e Ghosh (1990) constataram que o cajueiro comum mostra uma tendência positiva à adubação química, sem, contudo, apresentar resultados estatisticamente significativos, o mesmo ocorrendo com o cajueiro anão precoce conforme Meneses Junior (1991), Meneses Junior *et al.* (1992) e Almeida *et al.* (1992a). Os autores acima citados tentam justificar esta não significância estatística através da grande variabilidade genética existente entre plantas, mas Almeida *et al.* (1992b,c) tem comprovado que ela ocorre em razão, principalmente, da grande dispersão do sistema radicular de plantas pés-franco e enxertadas. O presente trabalho foi realizado com o objetivo principal de avaliar o efeito da aplicação N, P e K produção de plantas do clone 076 de cajueiro anão precoce, propagadas por alporquia, que, de acordo com Almeida *et al.* (1991c), apresentaram mais de 70% de suas raízes na projeção da copa aérea da planta.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste experimento foi implantada, em abril de 1991, uma área de 0.3 ha com alporques do clone 076 de cajueiro anão precoce, sob condições de irrigação localizada, no espaçamento 7 m x 4 m, representando 357 plantas por hectare.

#### Localização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido na área experimental da Usina Piloto de Alcool da Universidade Federal do Ceará, Caucaia/CE, a 18 km de Fortaleza a 3° 41' de latitude S e 35° 43' de longitude O.

#### Características físicas e químicas do solo da área experimental

Para caracterização do solo, foi aberto uma trincheira de 140 cm de profundidade e descrito o perfil de acordo com o manual da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (1976). Após a iden-

tificação dos horizontes foram coletadas amostras e encaminhadas ao Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará para a análise física e química.

O solo foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Abrupto plúntico A fraco, textura arenosa. Quanto a caracterização morfológica, trata-se de um solo profundo com perfil com sequências de horizontes A + B + C. O horizonte C encontra-se a uma profundidade superior a 140 cm. A coloração para o solo úmido varia de bruno a bruno amarelo com matiz 10YR e valor 5 com croma que cresce de 4 a 8 em profundidade. O teor de argila aumenta com a profundidade, apresentando um horizonte superficial Ap de textura arenosa e um Bt<sub>2</sub> argilo-arenoso, a estrutura para o horizonte A é fraca, pequena, blocos sub-angulares com consistência macia, muito friável e não pegajosa. No horizonte B a estrutura é moderada-média, blocos sub-angulares com consistência ligeiramente dura, friável e pegajosa.

As principais propriedades físicas e químicas do solo da área experimental são indicadas na Quadro 1. Uma apreciação deste Quadro 1 sugere que se trata de um solo com muito baixa capacidade de retenção de água, principalmente do horizonte A (0 cm - 27 cm), que está associada à textura arenosa desta camada. A capacidade de retenção de água aumenta com a profundidade, onde, também, o teor de argila é maior. As características químicas, de modo geral, de acordo com índices de avaliação de suas propriedades, indicadas por Kiehl (1979), mostram tratar-se de um solo de acidez elevada, de baixo teor de matéria orgânica e de nitrogênio total, pobre em fósforo extraível e potássio trocável e, também, com baixa capacidade de troca de cátions (T), baixa percentagem de saturação e baixos teores de bases trocáveis (Ca, Mg, Na e K). O alumínio trocável, em média, constitui: 45% do complexo de troca, apresentando-se com teores considerados de toxidez média para as plantas.

#### Irrigação e características de água

Na estação não chuvosa, a área experimental foi irrigada utilizando-se um sistema de irrigação por gotejamento. Usou-se 1 gotejador para cada planta, colocado sobre as valas onde os fertilizantes eram aplicados. Cada gotejador tinha uma vazão de 36 l/ha. A irrigação foi feita diariamente seguindo os

Quadro 1. Características físicas e químicas\* do solo da área experimental, Caucaia, Ceará, 1989.

Determinações	Ap	AB	BA	B <sub>t</sub> 1	B <sub>t</sub> 2
Profundidade (cm)	0-15	15-27	27-61	61-88	88-128
Granulometria					
Areia grossa (%)	57	55	41	34	30
Areia fina (%)	34	34	35	24	17
Silte (%)	5	5	11	13	16
Argila (%)	4	6	18	29	37
Classe textural (**)	Arc	Arc	Fr. Arc.	Fr. Arg	Arg. Arc
Umidade					
1/3 atm (%)	3.0	3.4	7.4	8.9	17.1
15 atm (%)	2.0	2.3	4.4	2.9	13.0
pH (água 1:2.5)	5.1	4.5	4.4	4.4	4.5
CE a 25 °C (mmhos/cm)	0.6	0.3	0.1	0.1	0.2
Cátions trocáveis (mEq/100 g)					
Ca ++	0.40	0.30	0.10	0.10	0.30
Mg ++	0.40	0.30	0.20	0.30	0.50
K +	0.22	0.11	0.07	0.08	0.10
Na +	0.06	0.05	0.05	0.04	0.10
H +	0.80	0.70	0.50	0.20	0.70
Al+++	0.10	0.30	0.90	1.30	1.20
Valores S	1.08	0.76	0.42	0.52	1.00
T	1.98	1.76	1.82	2.02	2.90
V (%)	54.54	43.19	23.07	25.74	34.48
Saturação Al (%)	5.05	17.04	49.45	64.35	41.38
P (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carbono (%)	0.49	0.43	0.29	0.30	0.33
Nitrogênio (%)	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02

## Parâmetros

## Teores considerados

	Teores considerados		
	Baixo	Médio	Alto
P (ppm)	0-10	11-20	> 20
K + (mEq/100 g)	0-0.12	0.12-0.23	> 0.23
Al +++ (mEq/100 g)	0-0.3	0.4-1.0	> 1.0
Acidez (pH)	< 5.0	5.0-5.9	6.0-6.9
N +++ (%)	< 0.08	0.08-0.14	> 0.14

## Notas:

\* Níveis de fertilidade usado pelo Laboratório de UFC/Ceará

\*\* Are = Arenoso; Fr. are = Franco arenoso; Fr. arg. are. = Franco argilo arenoso; Arg. are. = Argilo arenoso.

\*\*\* Teores de nitrogênio segundo os critérios recomendado pelo Instituto Agronômico de Campinas

Fuente: Datos do estudio

seguintes turnos de rega: 15 min per planta per dia para o 1º ano e 30 min per planta per dia para o 2º ano.

A água empregada é proveniente de um poço profundo e pertence a classe  $C_3S_1$  (altamente salina e não sódica) segundo a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos de América (Richards 1954) cujas características são apresentadas na Quadro 2.

**Quadro 2.** Características da água de irrigação em um experimento de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.), clone 076, proveniente de alporquia, Caucaia/CE. (1991/1993).

Determinações	Valores
CE 25 °C (mmhos/cm)	0.9
pH	6.8
Ions solúveis (mEq/l)	
Cátions	
C ++	1.7
Mg ++	3.5
K +	0.3
Na +	3.4
Soma	8.9
Ânions	
Cl	7.8
CO <sup>2-</sup>	0.0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	—
Soma	9.0
Relação de absorção de sódio	2.1
Classe	$C_3S_1$

Fuente: Datos do estudio.

### Clima da região onde se situa a área experimental

O clima predominante da região onde se encontra a área experimental, segundo a classificação de Köppen, é da classe AW' (tropical chuvoso) e segundo a classificação de Gaussen é 4 e TH (tropical quente de seca atenuada).

A área mostra 2 estações bem definidas, uma chuvosa, de janeiro a julho, com picos de precipitação em março e abril, e uma seca, de agosto a dezembro, com chuvas esporádicas. A precipitação anual média é de 1 578 mm, mostrando uma variação de 958 mm a 2 900 mm. A temperatura média de 20 anos varia de 23.5 °C a 30 °C, com média compensada de 26.5 °C. A umidade relativa média do ar é de 80%.

### Tratamentos

Vinte e cinco plantas, selecionadas ao acaso, foram estudadas para detectar o efeito da adubação com N, P e K (isoladamente e em conjunto) na cultura do cajueiro anão precoce. Estas plantas representaram 5 tratamentos, 4 adubados e 1 não adubado (testemunha). Cada tratamento era composto de 5 repetições (1 planta por repetição).

Os tratamentos utilizados e o esquema de fracionamento dos adubos estão indicados na Quadro 3. Os fertilizantes empregados foram a uréia (45% de N), o superfosfato triplo (45% de  $P_2O_5$ ) e o cloreto de potássio (60% de  $K_2O$ ).

**Quadro 3.** Relação de tratamento de N, P e K e quantidade de nutrientes aplicados em alporques de cajueiro anão precoce em Caucaia-CE. (1991/1993).

Tratamento	Epoca					
	1991/1992			1992/1993		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$
	g/planta					
Testemunha	0	0	0	0	0	0
N	90	0	0	180	0	0
P	0	100	0	0	200	0
K	0	0	50	0	0	100
NPK	90	100	50	180	200	100

Fuente: Datos do estudio.

As adubações nitrogenadas e potássicas foram divididas em 2 doses iguais sendo a 2ª dose aplicada 60 dias após a aplicação da 1ª. A 1ª dose foi aplicada no fim de maio e a 2ª no fim de julho. A adubação fosfatada foi aplicada de uma só vez, no fim de maio. Os fertilizantes foram aplicados em valas semi-circulares de 25 cm de largura por 5 cm de profundidade, situada ao lado das plantas, a uma distância do tronco correspondente a 2/3 de zona de projeção da copa, na área de atuação do gotejador do sistema de irrigação.

#### Parâmetros avaliados

O número e peso dos frutos (castanhas) e dos pseudofrutos (pendúnculos ou cajú) foram determinados para cada planta individualmente. As colheitas se realizaram duas vezes por semana durante todo o período de safra. Enquanto a produção de castanhas foi determinada para os dois anos experimentais, a produção de pendúnculos foi determinada apenas no segundo ano experimental devido sua baixa disponibilidade na primeira safra.

A determinação dos parâmetros estudados seguiu os seguintes critérios:

#### Número de castanhas

Obtidos através do somatório dos frutos colhidos em cada planta durante toda safra. Este parâmetro foi estimado em termos médios mensais e anuais tanto por planta como por hectare.

#### Peso de castanhas

As castanhas de cada planta foram cuidadosamente destacadas dos pendúnculos e após secagem ao sol por um período de 48 horas foram armazenadas em caixas de madeira para serem pesadas no fim de cada mês. O peso de castanhas foi de modo idêntico ao número, determinado em bases, mensais e anuais, tanto por planta como por hectare.

#### Peso de pendúnculos

Após a retirada das castanhas, apenas os pendúnculos maduros e não deteriorados foram pesados, determinando-se em seguida a produção média por planta e por hectare, tanto mensal como anual. Ressalte-se que este parâmetro foi determinado apenas no segundo ano experimental, como foi referido anteriormente.

Quadro 4. Influência da adubação N, P e K no número anual de castanhas por planta e por hectare em alporques de cajueiro anão precoce em Caucaia/CE. (1991-1993).

Safr	Tratamento									
	Teste		N		P		K		NPK	
Repetição	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1991/1992	1991/1992	1991/1992	1991/1992	1991/1992
I	1	110	2	51	1	121	1	177	6	82
II	0	91	3	46	3	194	0	154	7	151
III	4	126	2	64	0	98	0	113	11	193
IV	0	126	1	27	0	232	7	148	4	224
V	1	36	1	33	1	144	9	183	8	152
No médio de castanhas por planta	1.2	97.8	1.8	44.2	1.0	157.8 <sup>a</sup>	3.4	155 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	160.6 <sup>a</sup>
No médio de castanhas por hectare	428	34.915	642	15.779	357	56.334 <sup>b</sup>	1.214	55.335 <sup>b</sup>	2.570 <sup>b</sup>	57.334 <sup>b</sup>

#### Notas:

a,b Médias que diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Duncan, so nível de 5%

CV = 67% (1º ano)

CV = 17% (2º ano)

Fuente: Datos do estudio

### Delineamento experimental

O número de castanhas bem como o peso de castanhas e de pendúnculos foram analisados segundo um delineamento estatístico inteiramente casualizado. Para efeito de análise estatística os dados foram transformados para  $\sqrt{x}$  a fim de se conseguir maior homogeneidade de variância. Utilizou-se o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade para se comparar as médias dos tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Número de castanhas

Os resultados obtidos para o número de castanhas por planta e por hectare são mostrados nos Quadros 4 e 5.

No primeiro ano agrícola (1991/1992) o número médio de castanhas produzidos nos diversos tratamentos variou de 1 2 a 7 2 castanhas por planta, o equivalente a 428 a 2570 castanhas por hectare, correspondendo a menor produção ao tratamento testemunha e a maior ao tratamento NPK.

A análise estatística revelou um alto coeficiente de variação, 67%, detectando-se um resultado significativo apenas para o tratamento NPK quando se usou o teste de Duncan ao nível de 5%.

Resultados positivos à adubação com NPK foram obtidos por Krisnamurthy *et al.* (1985) na Estação Experimental de Agricultura de Ullal (Índia) ao aplicar 127 g de N, 182 g de  $P_2O_5$  e 108 g de  $K_2O$ , isoladamente e em conjunto, em plantas de cajueiro comum de 6 anos de idade. O tratamento NPK foi muito superior aos demais, aumentando a produção em cerca de 3.5 vezes em relação às plantas não adubadas.

No segundo ano agrícola (1992/1993) as plantas adubadas, com exceção daquelas tratadas com N, responderam positivamente à adubação, havendo um aumento no número de castanhas por planta de 64% para o tratamento NPK, 61% para o tratamento P e 58% para o tratamento K, quanto comparados ao tratamento testemunha.

A análise de variância revelou um coeficiente de variação de 17% e os tratamentos P, K e NPK, quan-

Quadro 5. Influência da adubação N, P e K no número mensal de castanhas por hectare em alporques de cajueiro anão precoce, em Caucaia/Ce. (1991/1993).

Safr	Tratamento									
	Teste		N		P		K		NPK	
Mês	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993
Agosto	0	857	0	0	0	500	0	714	0	71
Setembro	0	5 426	0	643	0	4 141	0	7 211	0	3 855
Outubro	0	10 496	0	6 026	0	12 709	214	21 063 <sup>a</sup>	0	18 635 <sup>a</sup>
Novembro	143	7 711	357	1 785	0	6 854	500	7 783	928	8 140
Dezembro	0	6 069	143	2 142	71	15 922 <sup>a</sup>	214	8 568	500	15 565 <sup>a</sup>
Janeiro	0	1 856	71	2 570	143	5 070 <sup>a</sup>	72	5 069 <sup>a</sup>	285	4 784 <sup>a</sup>
Fevereiro	285	1 214	71	428	143	4 355 <sup>a</sup>	214	2 213	857	1 542
Março	0	643	0	714	0	3 927 <sup>a</sup>	0	3 142 <sup>a</sup>	0	3 142 <sup>a</sup>
Abril	0	643	0	571	0	2 856	0	1 500	0	1 499
No. médio de castanhas/ha	428	34 915	642	15 779	357	56 334 <sup>b</sup>	1 214	55 335 <sup>b</sup>	2 570 <sup>b</sup>	57 334 <sup>b</sup>

#### Nota:

a,b Médias que diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Fuente: Datos do estudio

do comparados à testemunha, mostraram uma diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Esta resposta positiva à adubação química deve-se, principalmente, ao efeito benéfico de fósforo e potássio sobre a produção de frutos e pseudofrutos, pois, segundo Gomes (1984), o fósforo facilita a floração e aumenta a frutificação, enquanto que o potássio é indispensável à formação e amadurecimento dos frutos. O nitrogênio, por sua vez, é fundamental à síntese de proteínas e, influe, também, indiretamente, na floração e frutificação. No entanto, no presente experimento, as plantas que receberam o tratamento N, sob a forma de uréia, produziram duas vezes menos que as plantas não adubadas, donde se deduz que a adubação nitrogenada teve um efeito prejudicial na produção.

A variabilidade experimental, expressa por um coeficiente de variação de 67% no primeiro ano agrícola, é justificado pelo baixo percentual de plantas em produção. Almeida (1992) afirma que o percentual de plantas em produção no primeiro ano agrícola não ultrapassa 44,4% daquela alcançada na estabilidade do crescimento da planta enquanto que já no segundo ano este percentual alcança os 100%. No segundo ano agrícola a produção das plantas tornou-se mais uniforme e o coeficiente de variação foi reduzido para 17%. Por outro lado, em um ensaio de adubação com pés-franco de cajueiro anão precoce de 2 anos de idade e sob as mesmas condições de campo do atual experimento, Meneses (1991) e Almeida *et al.* (1992a) obtiveram um coeficiente de variação de 34%. Estes resultados vem confirmar as conclusões obtidas por Almeida (1988) o qual afirmou que a utilização da reprodução vegetativa garante a uniformidade na plantação, enquanto que a propagação por sementes resulta na formação de pomares desuniformes, por ser o cajueiro uma planta de polinização cruzada.

A Fig. 1 e a Quadro 5 mostram o efeito da adubação N, P, K e NPK sobre o número mensal de castanhas por planta durante o segundo ano agrícola. A frutificação da maioria das plantas teve início em agosto, concentrando a produção nos meses de outubro a dezembro.

Observou-se uma influência significativa dos tratamentos K e NPK no mês de outubro e P e NPK no mês de dezembro. Ressalte-se, ainda, uma maior

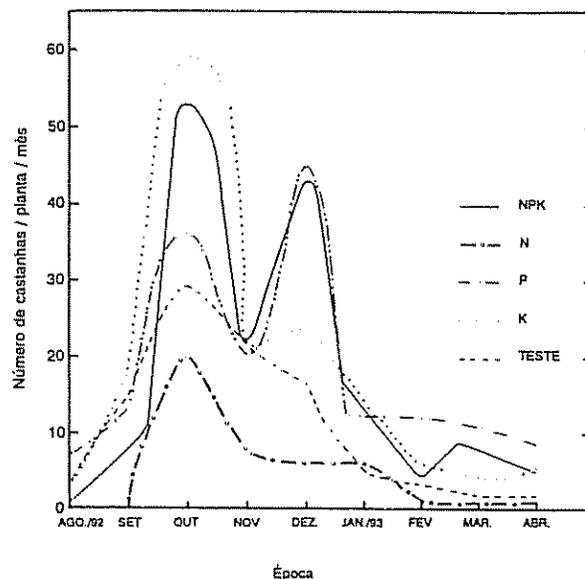


Fig.1. Influência da adubação NPK no número mensal de castanhas produzidas por alporques de cajueiro Anão precoce, clone 076, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará-Brasil.

atuação do P nos meses de janeiro a março. A difícil solubilidade do superfosfato bem como o limitado movimento do P no solo (Black 1967) foram alguns dos fatores responsáveis pelo efeito tardio deste elemento, fato este que sugere uma antecipação nas adubações fosfatadas.

#### Peso de castanhas

Os resultados concernentes ao peso total de castanhas por planta e por hectare são apresentados nas Quadros 6 e 7.

No primeiro ano agrícola o peso de castanhas obtido nos diversos tratamentos variou de 9.5 g a 58.6 g de castanhas por planta, o equivalente a 3.4 kg a 20.9 kg por hectare, correspondendo a menor produção ao tratamento testemunha e a maior ao tratamento NPK. A análise estatística revelou um alto coeficiente de variação, 61%, enquanto que, o teste de Duncan detectou uma diferença ao nível de 5%, entre os tratamentos testemunha e NPK.

No segundo ano agrícola (1992/1993), o peso de castanhas variou de 710.4 g a 1178.4 g por planta, o equivalente a 253.6 kg a 420.7 kg por hectare. Quando comparados à testemunha, observou-se um

Quadro 6. Influência da adubação N, P, K na produção anual de castanhas por planta e por hectare em alporques de cajueiro anão precoce em Caucaia/CE. (1991/1993).

Safrá	Tratamento									
	Teste		N		P		K		NPK	
Repetição	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993
I	8.2	785	15.8	345	8.1	901	7.6	1.301	49.7	589
II	0	644	26.4	289	24.7	1.441	0	1.130	55.9	1.122
III	31.4	926	13.9	420	0	738	0	820	89.6	1.391
IV	0	937	7.8	192	0	1.745	61.8	1.074	32.7	1.658
V	7.9	260	7.2	237	7.3	1.067	50.5	1.275	65.0	1.079
g/pl	9.5	710.4	14.2	296.6	8.0	1.178.4 <sup>a</sup>	24.0	1.120.0 <sup>a</sup>	58.6 <sup>a</sup>	1.167.8 <sup>a</sup>
kg/ha	3.4	253.6	5.0	105.9	2.8	420.7 <sup>b</sup>	8.6	399.8 <sup>b</sup>	20.9 <sup>b</sup>	416.9 <sup>b</sup>

**Notas:**

a,b Médias que diferem da testemunha pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

CV = 61% (1\_ano)

CV = 17% (2\_ano)

Fuente: Datos do estudio.

Quadro 7. Influência de adubação N, P e K na produção mensal de castanhas por hectare em alporques de cajueiro anão precoce em Caucaia/CE. (1991/1993).

Safrá	Tratamento									
	Teste		N		P		K		NPK	
Repetição	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993	1991/1992	1992/1993
Agosto	0.5	6.0	0	0	0	3.5	0	5.4	0	0
Setembro	0	40.9	0	4.3	0	32.0	0	53.3	0	29.5
Outubro	0	77.5	0	47.5	0	102.3	1.5	155.9 <sup>a</sup>	0	144.2 <sup>a</sup>
Novembro	1.0	56.1	2.8	11.6	0	52.4	3.7	54.4	7.2	58.9
Dezembro	0	42.6	1.2	14.2	0.6	115.7 <sup>a</sup>	1.5	60.8	4.0	109.2 <sup>a</sup>
Janeiro	0	12.8	0.5	14.1	1.2	35.2 <sup>a</sup>	0.6	34.9 <sup>a</sup>	2.8	32.9 <sup>a</sup>
Fevereiro	1.9	8.7	0.5	6.5	1.0	31.2 <sup>a</sup>	1.3	15.8	6.9	11.2
Março	0	4.7	0	4.3	0	28.4 <sup>a</sup>	0	8.7	0	21 <sup>a</sup>
Abril	0	4.3	0	3.4	0	20.0	0	10.6	0	10.0
kg/ha	3.4	253.6	5.0	105.9	2.8	420.7 <sup>b</sup>	8.6	399.8 <sup>b</sup>	20.9 <sup>b</sup>	416.9 <sup>b</sup>

**Nota:**

a,b Médias que diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Fuente: Datos do estudio.

aumento de 66% para o tratamento P, 64% para o tratamento NPK e 58% para o tratamento K. Percebe-se que o P foi o elemento que teve maior influência no aumento da produção em peso de castanhas por planta. Por outro lado, as plantas adubadas com N, apresentaram uma produção de 296.6 g por planta, ou seja, cerca de 3 vezes menos que às plantas não adubadas, demonstrando um efeito negativo da fertilização com a uréia.

Efeitos positivos da adubação com N, P e K sobre o peso de castanhas por planta foram reportados por Meneses (1991) e Almeida *et al.* (1992a), trabalhando com pés-franco de cajueiro anão precoce, oriundos do clone 076, de 2 anos de idade. A menor produção foi obtida para o tratamento testemunha, 762 g por planta, e as maiores para os tratamentos PK, 1522 g por planta, e NPK, 1426 g por planta.

O peso de castanhas mostrou o mesmo comportamento que o número de frutos produzidos. Houve uma influência significativa do K e do NPK no mês de outubro e do P e do NPK no mês de dezembro.

#### Peso de pendúnculos

Conforme as quadros 8 e 9, o peso médio de pendúnculos produzidos no segundo ano agrícola

variou de 3.8 kg a 16.7 kg de caju por planta, o equivalente a 1392.3 kg a 6211.8 kg por hectare. Constatou-se um aumento de 82% para o tratamento P, 75% para o tratamento NPK, 58% para o tratamento K e -60% para o tratamento N. Estes valores mostram que, assim como ocorreu para o peso de castanha, o tratamento P teve uma forte influência sobre o peso de caju, vindo a confirmar as conclusões obtidas por Gómes (1984), o qual afirma que o P facilita a floração e aumenta a frutificação. Percebe-se que o adubo nitrogenado influiu negativamente no número de pendúnculos obtidos e, consequentemente, no peso total de caju resultando numa produção de 3.8 kg por planta.

Meneses (1991) e Almeida *et al.* (1992), quando trabalhando com plantas pés-franco de 2 anos adubado com N, P e K, obtiveram produções entre 3 kg a 10 kg de caju por planta, conseguindo, assim, um aumento de aproximadamente 3 vezes aquele alcançado para as plantas não adubadas.

#### CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos para as condições em que foi realizado o presente trabalho, as seguintes conclusões foram estabelecidas:

Quadro 8. Influência da adubação N, P, K na produção anual de pendúnculos por plantas e por hectare em alporques de cajueiro anão precoce em Caucaia-CE., durante a safra 1992-1993.

Repetição	Tratamento				
	Teste	N	P	K	NPK
I	11.1	4.5	12.1	16.8	8.6
II	8.7	3.7	20.4	16.2	16.6
III	11.6	5.7	11.3	10.7	20.3
IV	13.2	2.5	26.7	14.1	23.9
V	3.2	2.8	16.5	17.7	14.2
Média (kg/pl)	9.5	3.8	17.4 <sup>a</sup>	15.1 <sup>a</sup>	16.7 <sup>a</sup>
kg/ha	3412.9	1370.8	6211.8 <sup>b</sup>	5390.7 <sup>b</sup>	5969.0 <sup>b</sup>

#### Notas:

la,b Médias que diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Duncan, ao nível de 5%  
CV = 19%

Fuente: Dados do estudo

Quadro 9. Influência da adubação N, P e K na produção mensal de pendúnculos por hectare de cajueiro anão precoce, propagado por alporquia em Caucaia/Ce., na safra de 1992/1993.

Mês	Tratamento				
	Teste	N	P	K	NPK
Agosto	60,7	0	53,5	71,4	68,0
Setembro	520,5	64,3	471,9	735,4	410,5
Outubro	979,6	714,3	1 634,3	1 955,6 <sup>a</sup>	1 984,9 <sup>a</sup>
Novembro	829,7	146,5	843,2	832,5	901,0
Dezembro	649,0	169,9	1 652,2 <sup>a</sup>	908,2	1 577,2 <sup>a</sup>
Janeiro	167,0	154,2	442,9 <sup>a</sup>	395,5 <sup>a</sup>	450,5 <sup>a</sup>
Fevereiro	115,8	29,9	435,5 <sup>a</sup>	221,3	161,4
Março	47,8	49,9	392,7 <sup>a</sup>	121,4	282,7 <sup>a</sup>
Abril	42,8	39,9	285,6	149,4	132,8
kg/ha	3 412,9	1 370,8	6 211,8 <sup>b</sup>	5 390,7 <sup>b</sup>	5 969,0 <sup>b</sup>

**Nota:**

a,b Médias que diferem da testemunha pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

**Fuente:** Dados do estudo.

- A adubação com o P, K e NPK interferiu positivamente no número e peso de castanhas e pendúnculos.
- O N interferiu negativamente no número e peso de castanhas e pendúnculos.
- A atuação do P no final da safra do 2º ano sugere uma antecipação nas adubações fosfatadas.
- A variabilidade experimental do número e peso de castanhas e pendúnculos foi muito elevada no 1º ano mas mostrou-se bastante reduzida já no 2º ano agrícola.

Bras. de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (20, Piracicaba). Resumos. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo 2 p.

ALMEIDA, F.A.G.; ALMEIDA, F.C.G.; MENÊSES JR., J.; CARVALHO, P.R. DE; NEPOMUCENO, V.A. s.f. Dispersão do sistema radicular de alporques de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). In Reunião Bras. de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (20, Piracicaba). Resumos. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo 2 p.

ALMEIDA, F.A.G. 1992. Estudos fenológicos e de produtividade do cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) sob condições de irrigação localizada. Relatório Técnico UFC/CNPq, Fortaleza Ceará. 235 p.

BARROS, L. de M.; ARAÚJO, F.E. DE; ALMEIDA, J.I.L. DE; TEIXEIRA, L.M.S. 1984. A cultura do cajueiro anão. Fortaleza. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE). Documentos 3:67.

CORREA, M.P.F.; BUENO, D.M.; PARENTE, J.I.G.; P. FILHO, J.E.; ROSSETI, A.G. 1993. Borbulha: A enxertia econômica para o cajueiro. Fortaleza, Bra. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT). Informativo no. 1. 4 p.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) SNLCS. 1980. Sistema brasileiro de classificação de solos (1ª aproximação). Rio de Janeiro. 73 p.

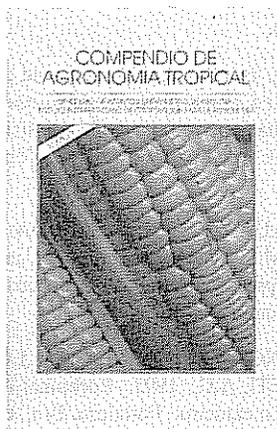
**LITERATURA CITADA**

ALMEIDA, F.A.G.; MENÊSES JR., J.; HERNANDEZ, F.F.F.; ALMEIDA, F.C.C. 1992a. Estudos de adubação NPK na produção do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*). In Reunião Bras. de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (20, Piracicaba). Resumos. Soc. Bras. de Ciências do Solo 2 p.

ALMEIDA, F.A.G.; ALMEIDA, F.C.G.; CARVALHO, P.R. DE; MENÊSES, JR., J.; NEPOMUCENO, V.A. 1992b. Dispersão do sistema radicular de progênies do cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). In Reunião

- FIEC (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ). 1991 Exportações Cearense no período 1980-1989 Boletim informativo sobre comércio exterior no. 2. 18 p.
- GHOSH, S.N. 1990 Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of cashew in old plantations The Cashew 4(1):15-17.
- GOMEZ, P. 1989 Adubos e adubações 12 ed. São Paulo, Nobel Biblioteca Rural
- KIEHL, J.E. 1979 Manual de edafologia. São Paulo, Agronômica Ceres p 216-262
- KRISNAMURTHY, K.; KHAN, M.M.; HIREMATH, I.C.; NAGARAJU, A.P.; MALLIK B. DE HEDGE, M. 1985 Three decades of cashew at agricultural research station Ullal. Station Technical Bulletin 3:44
- LEFEBVRE, A. 1970 Indications preliminaires sur la fertilization de l'anacardier. Fruits 25:121-238
- MENÊSES, JR. J. 1991 Efeito da adubação com NPK no crescimento e produção do cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). Tese de Mestrado. Fortaleza, UFC/Depto de Solos.
- MENÊSES, JR. J.; ALMEIDA, F.A.G.; HERNANDEZ, F.F.F.; ALMEIDA, F.C.G. 1992. Influência da adubação NPK sobre o crescimento do cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) In Reunião Bras. de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (20, Piracicaba, Bra.). Resumos Sociedade Brasileira de Ciências do Solo 2 p
- PARENTE, J.J.G.; MACIEL, R.P.; VALE, D.C. DO. 1972. Aspectos econômicos e agrônômicos, s.l. Ministério da Agricultura, IPEANE Circular no. 19 52 p
- PIMENTEL, C.R.M. 1988. Aspectos da distribuição e produção do caju no estado de Ceará. Fortaleza, EMBRAPA/CNPCa. 12 p.
- RAMOS, A.D. 1988 Solos In Lima V. de Paula, M.S. Org. cultura do cajueiro no nordeste do Brasil Fortaleza, BNB. ETENE p 83-105.
- RICHARDS, L.A. 1954 Diagnosis and improvement of saline and alkaline soil. USDA, Washington Handbook no 60 172 p
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO. 1976. Manual de métodos de trabalho de campo. Campinas, São Paulo 36 p.

## LIBRO RECOMENDADO



**Compendio de Agronomía Tropical - Tomo II. IICA/Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. 1989. 693 p. ISBN 92-9039-152 9.**

Este segundo tomo brinda, de manera sistemática e ilustrada, conocimientos fundamentales sobre 138 diferentes cultivos tropicales de importancia económica por sus cualidades alimenticias o industriales. Su propósito es servir de complemento didáctico y de guía para resolver las consultas a los estudiantes, educadores y otros profesionales de las Ciencias Agrícolas sobre los cultivos tropicales de América. Al igual que el Primer Tomo es una adaptación parcial del *Mémento de l'Agronome* y es fruto de la contribución de diferentes técnicos y especialistas.

US\$20.00

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

# Use of Row Cover in Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) to Delay Infection of Aphid-transmitted Viruses in Honduras<sup>1</sup>

H.R. Espinoza\*, P.J. McLeod\*\*

## ABSTRACT

The yield response of cantaloupes grown under Reemay<sup>®</sup> row cover until female flower appearance was evaluated at La Granja, El Palenque, Los Patos and Monjaras, Department of Choluteca, Honduras, during the second planting of the 1992-1993 season. Covered cantaloupes produced a significantly higher yield (274 boxes/ha) than the uncovered cantaloupes. Virus incidence in plants ranged from 9.9% to 21.0% in non-covered plots and 0.8% to 2.6% in covered plots. The viruses CMV, PRSV, SqMV, WMV-2, ZYMV and Geminiviruses were detected in all three localities. Plants with symptoms of viral infection were first observed 6, 3, 6 and 4 weeks after planting in the noncovered plots at La Granja, El Palenque, Monjaras and Los Patos, respectively. The covered plots at Los Patos did not have plants with visual symptoms of virus. At the other localities, symptoms were first observed 6 weeks after planting. Vegetative growth in the covered plants was significantly higher than that of non-covered plants. Although row cover use was not economical in this study, adjustments in crop management may help to increase production to yields that would make its use profitable. Added benefits may be reductions of pesticide use and pest and virus *inoculum* build-up.

**Key words:** Insects, potyvirus, cucumovirus, cucurbits, floating row covers, disease prevention.

## COMPENDIO

Se evaluó el rendimiento de melones cultivados bajo cobertura flotante hasta la detección de flores femeninas, durante el segundo ciclo de siembras de la temporada 1992-1993, en La Granja, El Palenque, Los Patos y Monjaras, Departamento de Choluteca, Honduras. Los melones cubiertos tuvieron un rendimiento significativamente más alto, de 274 cajas por hectárea más que los descubiertos. La incidencia de virus varió entre 9.9% y 21% en los lotes descubiertos y 0.8% y 2.6% en los cubiertos. En estos últimos, las primeras plantas sintomáticas se observaron en un promedio de tres semanas después de retirar la cobertura. El crecimiento vegetativo de las plantas cubiertas fue más elevado que el de las descubiertas. Aunque el uso de las coberturas no fue económico en este estudio, los ajustes en el manejo del cultivo ayudarían a incrementar los rendimientos para que su uso sea rentable. Son posibles los beneficios adicionales, como reducción en el uso de pesticidas e incidencia de plagas y virus.

**Palabras claves:** Insecto, potyvirus, cucumovirus, cucúrbitas, coberturas flotantes, prevención de enfermedades.

## INTRODUCTION

Aphid-transmitted viruses reduce yield and quality of cantaloupes throughout the world (Blua and Perring 1989; Purcifil *et al.* 1984; 1984). In Honduras, during the 1989-1990 melon growing season, approximately 50% of the expected yield was lost. The principal factor responsible was aphid-transmitted viruses (Espinoza 1990)

Cantaloupes for export are grown in southern Honduras in two plantings: November 1-15 and January 15-31. Although disease incidence is often low in the first planting, the second planting may be affected due to the inoculum and vector build-up. In areas of high disease frequency, fruit yield and quality are related to the age of the plant at infection. If infection can be delayed until fruits have set, yield and quality are not significantly affected (Blua and Perring 1989). Several spun-bonded polyesters,

<sup>1</sup> Received for publication April 26, 1994

We thank the *Federación de Productores y Exportadores Agrícolas de Honduras* (FPX) for the financial supports of this study, and the *Departamento de Protección Vegetal* of the *Escuela Agrícola Panamericana*. El Zamorano. Hond., for allowing us to use their laboratory facilities. We are particularly indebted to Ing. Luis del Río and Mrs. Elena María Ochoa de Perdomo who helped in the field work and in the virus assays, respectively

\* Published with the approval of the Director, Arkansas Agricultural Experiment Station, manuscript #94051.

\*\* Department of Entomology, University of Arkansas. Fayetteville AR 72701

originally developed for frost protection of vegetables, also provide additional protection by excluding insects (Natwick and Durazo 1985). The mesh size of these materials is sufficient to allow light and air transmission, yet small enough to exclude aphids and other insects from the plants (Perring *et al.* 1989). One of these products, Reemay (Ken-Bat Products Reading MA), weights only 20 g/m<sup>2</sup>, which allows for its use without ant support, hence the name floating row covers.

The objective of this study was to examine the effect of a row cover on yield and quality of cantaloupes by delaying the onset of insect-borne viruses in southern Honduras.

#### MATERIALS AND METHODS

Cantaloupes were direct-seeded on January 25-26 and February 15-17, 1993 at El Palenque (cv. Hymark), La Granja (cv. Hymark), Los Patos (cv. Caravelle) and Monjaras (cv. Caravelle), respectively, Department of Choluteca, Hond. The field at La Granja was furrow-irrigated, whereas in the other fields melons were grown with residual moisture. In the locations where residual moisture was used, the herbicide ethalfluralin was applied at a rate of 1.68 kg AI/ha and the row cover placed immediately after seeding. Approximately 10 cm of the edges of the 1.70 m-wide fabric were buried with soil to prevent dislodging of the cover by the wind. A band of approximately 1 m was covered, leaving enough slack for plant growth.

At first detection of open female flowers 28-30 days after planting, the row cover was removed. At La Granja, herbicide was applied immediately after planting, but the cover was placed three days after the first irrigation, approximately four days prior to plant emergence.

The experiments were established in commercial fields. Fertilization, pest management and other field management practices were conducted by the growers, according to their programs. Plot design at El Palenque, La Granja and Los Patos was a randomized complete block with four replicates. Each plot consisted of one row, 10 m long, with 3 to 4 plants/bed-m and 1.83 m between rows. Reemay (Ken-Bar Products, Reading, MS) polyester row cover was compared to an uncovered control. The study at Monjaras consisted of a single plot of three

20 m-long rows covered with Reemay. At harvest, two 10-bed-m samples were taken from each of the two outer covered rows. Each sample from the covered rows was paired with a 10-bed m of the uncovered adjacent row.

Aphids were monitored with green ceramic tile traps. The 10.1 x 10.1-cm tiles (DAL 22 by DAL-TILE Corporation, Dallas TX) were placed in a clear plastic sandwich box, 12 x 12 x 3 cm, and filled to 0.5 cm from the top with ethylene glycol (Raccach and Irwin 1988). At El Palenque and La Granja, two traps were placed in beds adjacent to the experiment. At Los Patos and Monjaras, five traps were placed in each field, one in the approximate center of the field and one in the approximate center of each quadrant. Trapped specimens were collected weekly and preserved in 70% alcohol for counting and identification.

All plants in each plot were examined weekly for virus disease symptoms, i.e., mosaic and leaf distortion. Development of aphid colonies was also monitored weekly by examining 20 randomly selected leaves in each plot and counting aphids per leaf. Samples of diseased plants were taken from each field and assayed for cucumber mosaic virus (CMV), papaya ringspot virus (PRSV), watermelon mosaic virus 2 (WMV-2), zucchini yellow mosaic (ZYMV) and squash mosaic virus (SqMV) using ELISA (Matthews 1991), and for geminivirus using a DNA hybridization test (Brown 1989). Cantaloupe yield was determined as follows: the marketable fruits in each plot, those with regular spherical form and consistent net formation, were graded by size (9, 12, 15, 18 and 23), based on the number of fruits that fit into the standard 18.2-kg box used for packing. The yield of each melon size was converted to boxes/ha. The number of boxes of all sizes were added to obtain the total yield in boxes/ha. Fruit yield at each location was estimated following the procedure previously mentioned in five randomly chosen samples of 10-bed m. At La Granja, vegetative growth was evaluated at harvest by measuring and adding together the length of all the vines of five randomly chosen plants from each plot. Data were analyzed with the SAS PROC ANOVA and LDS tests (SAS Institute 1985).

#### RESULTS AND DISCUSSION

The cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, was the most common aphid species trapped at each location.

Of the total of 226 aphids trapped from all fields, 86% were *A. gossypii*. The citrus aphid, *A. citricola* van der Goot, represented 13% of the total capture. Only one specimen of the green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer, was captured at Los Patos. All three species are vectors of CMV, PRSV, WMV-2 and ZYMV (Blackman *et al.* 1984; Lisa and Le Coq 1984; Purcifil *et al.* 1984a; 1984b). The average count of aphids/trap/week was below five for any week during the study except at Monjaras, where counts varied from 2 to 22 aphids/trap/week (Fig. 1).

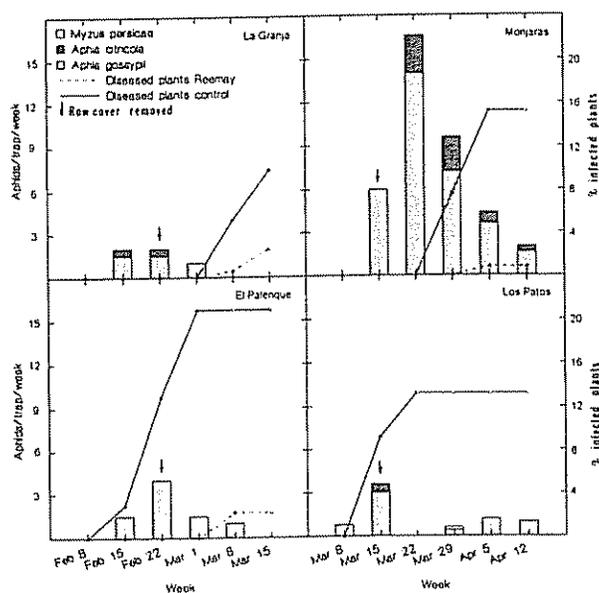


Fig. 1. Average count of aphids (Aphids/trap/week) trapped in fields and virus incidence (%) in cantaloupe plantings with or without Reemayr row cover in four locations in Honduras (1993).

La Granja had the lowest number of trapped aphids; *A. gossypii* was trapped from February 8 through March 1, whereas *A. citricola* was trapped from February 15 to 22. At El Palenque, *A. gossypii* was the only species trapped. At Los Patos, *A. gossypii* was trapped from March 8 through April 12; however, there no aphids trapped in the week of March 22. At Monjaras, *A. gossypii* were trapped from March 16 through April 13, with a peak of 14 aphids/trap/week in the week of March 23. *A. citricola* were trapped from March 23 through April 13 (Fig. 1). Although alates were trapped, aphid colonies (one or more apterae) were not found in any field throughout the season.

The incidence of plants with virus disease in the covered plots was significantly lower than that in the noncovered ones. The percentage of plants with visible symptoms in the noncovered plots ranged from 9.9% to 21.0% among the four sites (Fig. 1). The percentage of plants with visible symptoms in the covered plots was 0.8%, 2.3% and 2.6% at Monjaras, El Palenque and La Granja, respectively (Fig. 1). The first plants with mosaic symptoms in the uncovered plots were observed 3, 4, 6, and 6 weeks after planting at El Palenque, Los Patos, La Granja and Monjaras, respectively (Fig. 1). The covered plots at Los Patos did not have plants with visible symptoms of viral disease. At the other three localities, symptoms were first observed six weeks after planting.

Virus assay of symptomatic plant samples yielded different combinations of multiple infections with CMV, PRSV, SqMV, WMV-2, ZYMV and geminivirus. Zucchini yellow mosaic virus was the most frequently found virus in all locations; it was detected in 92% of the samples collected. Single virus infections were only found at Los Patos in 9.1% of the diseased plants; the rest of the samples from all localities had mixed infections of two or more viruses. Infections with all six viruses assayed were found only at Monjaras in 4.3% of the diseased plants.

In general, an increase in the count of uncovered plants with symptoms of viral infection was observed one week after the increase in aphid collection (Fig. 1). The highest incidence of virus was observed at El Palenque, in spite of the relatively low count of aphids trapped. This may be explained by the field being located directly downwind from a watermelon field with no pest management. Diseased plants in this field likely served as a source of virus inoculum.

The vegetative growth and yield differed between covered and uncovered plots. The growth in the covered plots averaged 13.45 m of vine length in five plants, significantly higher ( $p = 0.0001$ ) than that of the uncovered plots (8.06 m). The yield from covered plants was significantly higher ( $p = 0.0053$ ) than that of uncovered ones, with an average difference of 274 boxes/ha. The estimated yields for each field were similar to the ones observed in the control plots at Monjaras and El Palenque. At Los Patos and La Granja, the average yield for the control was higher than estimated for the field (Fig. 2). There were several factors that prevented maximum

expression of the benefits of using the row cover. At La Granja, the field was subjected to severe windy conditions for about 12 days during blooming, which prevented adequate bee pollination. At the other three localities, the hot and dry conditions of the dust mulch seemed to affect pollen viability, resulting in a low fruit set.

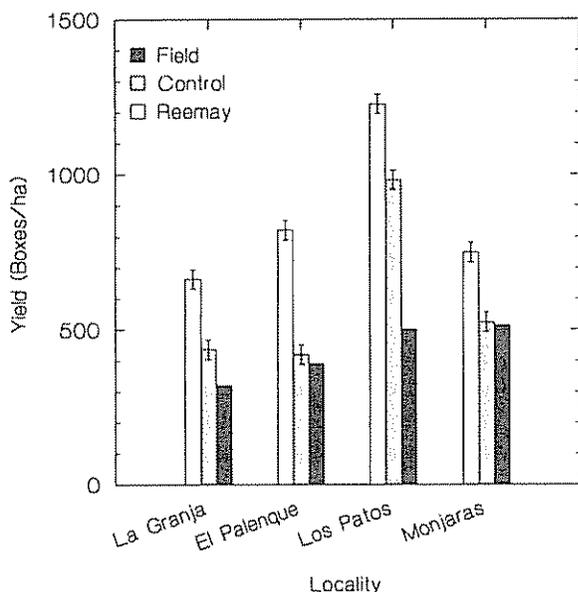


Fig. 2. Yields of exportable cantaloupe fruit (boxes/ha +SE) for plants uncovered and covered with Reemayr until flowering, and estimation for all four fields in Honduras (1993).

The application of Reemayr costs approximately US\$2100/ha, which would require a minimum yield of 1000 boxes/ha to make its use profitable. Under the high-input management currently used, the yield for economic profit is approximately 700 boxes/ha. In 1992-1993, however, no yield in the study areas was this high (Fig. 2). Average yield for Honduras was only 711 boxes/ha during the 1992-1993 season (Ponce 1993). The reason for such low yields is not clear, but it seems that water stress is an important factor. Yields equivalent to 1953 boxes/ha have been obtained experimentally from cantaloupes covered with Reemayr and uncovered at first appearance of female flowers (Espinoza 1994).

The use of a Reemayr cover has the potential for increasing yields to make its use profitable. Adjustments in the current practices, such as one or two irrigations during blooming and fruiting, and

others that improve conditions for the plants should be investigated to determine how they can be integrated with the Reemayr row cover to optimize yields.

At Santa Rosa, Department of Valle, another experiment was established, but it was abandoned because of abrasion damage to seedlings by Reemayr blown by high winds. Melons were direct-seeded on ridges, and upon germination they were exposed to frequent abrasion caused by the wind moving the row cover back and forth over the seedlings. About 25% of the plants were killed, and the surviving ones were severely stunted. This problem could be resolved by planting seeds in a 10 to 12 cm furrow so that emerging plants will not come into contact with the row cover until they have 3 to 4 true leaves.

Besides the protection against early infection of viruses, the use of Reemayr can result in additional benefits, such as reduced need for pesticide application and reduced buildup of pest populations and virus *inoculum*. In the fields in which these experiments were conducted, 60% of an average of 14 pesticide applications per season were made during the first month. This 60% could be eliminated with the use of the row cover, reducing costs by US\$260. This would bring the net cost of using the row cover down to US\$1840/ha, which would require a yield for profit of 876 boxes/ha. If the row cover is used over an extensive area, a reduction in insect pests and virus *inoculum* build-up is expected. The reduction in the availability of host plants may further reduce the need for insecticides after removal of cover.

Based on the above considerations, Reemayr seems to be an attractive tool in melon insect pest and viral disease management, provided the implementation cost can be overcome with increased yields and reductions in pest populations and virus *inoculum*.

#### LITERATURE CITED

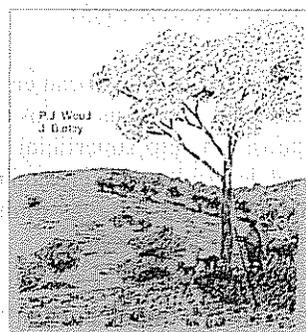
- BLACKMAN, R L.; EASTOP, V F. 1984. Aphids on the world's crops: An identification guide. Wiley, Chichester.
- BLUA, M J.; PERRING, I M. 1989. Effect of zucchini yellow mosaic virus on development and yield of cantaloupe (*Cucumis melo* L.). Plant Disease 73:317-320.

- BROWN, J K 1989. Development of non-radioactive, sulfonated probes for the detection and identification of whitefly-transmitted geminiviruses. In International Plant Virus Epidemics Workshop. (4., Montpellier, France). p. 276-279.
- ESPINOZA, H.R. 1990. Diseminación de virosis en melón con barreras de "king grass", *Pennisetum purpureum*, en comparación con cultivo en campo abierto. Report to FHIA p. 35-53.
- ESPINOZA, H R 1994. Use of row cover in cantaloupe, *Cucumis melo* L., to delay watermelon mosaic virus 2 disease. Ph.D. Dissertation. Fayetteville. University of Arkansas p. 16-25
- LISA, V.; LECOQ, H. 1984. Zucchini yellow mosaic virus. Kew Surrey, England, Commonwealth Mycology Institute/ Association of Applied Biologists. Descriptions of Plant Viruses no. 282
- MATTHEWS, R.E.F. 1991. Plant virology. 3rd. ed. San Diego. Academic Press. 835 p.
- NATWICK, E T ; DURAZO, A 1985. Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. California Agriculture 39(7-8):21-22
- PERRING, T.M.; ROYALTY, R.N.; FARRAR, C.A. 1989. Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect on disease incidence and yield of cantaloupe. Journal of Economic Entomology 82:1709-1715.
- PONCE, O. 1993. Plan de desarrollo de melón en Honduras Choluteca. Hond. FPX
- PURCIFUL, D.; HIEBERT, E.; EDWARDSON, J. 1984. Watermelon mosaic virus 2. Kew, Surrey, England, Commonwealth Mycology Institute/ Association of Applied Biologists. Descriptions of Plant Viruses no. 293.
- PURCIFUL, D.; EDWARDSON, J.; HIEBERT, J.; GONZALVES, D. 1984. Papaya ringspot virus. Kew, Surrey, England, Commonwealth Mycology Institute/ Association of Applied Biologists. Descriptions of Plant Viruses no. 292
- RACCAH, B.; IRWIN, M.E. 1988. Techniques for studying aphid-borne virus epidemiology. In Experimental techniques in plant disease epidemiology. J. Kranz, J. Rotem (Eds.) Springer-Verlag, Berlin p. 209-222.
- SAS INSTITUTE 1985. SAS/STAT guide for personal computers. 6th ed. Cary, North Carolina. SAS Institute.

## LIBRO RECOMENDADO

### UN ARBOL PARA TODO PROPOSITO

Introducción y Evaluación de Especies de Uso Múltiple  
para Agroforestería



*Un Arbol para Todo Propósito: Introducción y Evaluación de Especies de Uso Múltiple* P.J. Wood, J. Burley 1995. 200 p. ICRAF/IICA (ISBN 92 9039-255-X).

Guía en la introducción y evaluación de especies leñosas perennes en agroforestería. En ese contexto, *introducción* significa llevar una especie a un ambiente en que no es bien conocida o en que no se ha establecido, y *evaluación* se refiere al proceso de determinar la conveniencia de usar una especie particular en un sistema agroforestal. Se proveen los principios básicos para la evaluación de árboles de uso múltiple y se presenta una secuencia cronológica de las fases de la investigación de los mismos; asimismo se dan pautas para la preparación de diseños experimentales simples y efectivos y recomendaciones sobre procedimientos simples de evaluación.

US\$12.00

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba

# Eficiencia Energética en Sistemas Productivos Agrícolas con Diferentes Grados de Erosión Hídrica<sup>1</sup>

J. Denoia\*

## ABSTRACT

In eight systems located in Los Molinos district, energy efficiency was analyzed in wheat-second soy, first soy, and corn farms, with different degrees of hydraulic erosion. Independent of erosion intensity, fuel was the energetic income of greatest relevance. It was concluded that energy efficiency, and therefore agrosystem productivity, decrease when soil is lost through hydraulic erosion. The crop most affected in energy efficiency by hydraulic erosion was corn.

## RESUMEN

Se analizó la eficiencia energética en los cultivos de trigo-soja de segunda, soja de primera y maíz en ocho sistemas productivos del distrito Los Molinos con diferentes grados de erosión hídrica. El insumo energético de mayor relevancia fue el combustible, independiente de la intensidad de erosión. Se determinó que la eficiencia energética y, por lo tanto, la productividad del agrosistema disminuyen cuando se pierde suelo por erosión hídrica. El cultivo de maíz fue el más afectado en su eficiencia energética por la erosión hídrica.

## INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, la actividad productiva de la región pampeana argentina tuvo importantes modificaciones; una de ellas fue el desplazamiento de la ganadería a una parte del área dedicada a la agricultura

Por otra parte, la agricultura, en particular, evolucionó hacia una producción centrada en cinco cultivos: soja, maíz, trigo, sorgo y girasol. La soja de primera y el doble cultivo trigo-soja de segunda presentaron el mayor crecimiento en la superficie sembrada, especialmente en la zona conocida como región maicera típica. Otras características que dieron forma a este modelo agrícola son el uso generalizado de herbicidas e insecticidas; el empleo de híbridos o variedades mejoradas; la escasa o nula planificación de secuencias de cultivos y los cambios en las formas de organización social de la producción

Algunas propiedades de los suelos han sido modificadas por la aplicación de ese modelo agrícola. Se

han documentado pérdidas en los contenidos en promedio de materia orgánica para la región pampeana, que en tierras bajo agricultura continua llegan a 46.7%; disminución en los valores de pH de hasta 0.77 unidades; reducción en el índice de estructura (De Boodt y De Leenheer 1967) de 66.3% y pérdida de la capacidad de percolación en 62 por ciento. En todos los casos, se compararon lotes-testigo y lotes con agricultura continua (Michelena *et al.* 1989).

En general, la agricultura permanente, tal como se practica en la región pampeana, está destinada a exportar fertilidad, a deteriorar físicamente los suelos y a provocar su agotamiento (Casas 1985).

Las condiciones mencionadas provocan en el suelo un aumento de la densidad aparente en los estratos superiores y un encostramiento superficial. Estos procesos favorecen el desarrollo de la erosión hídrica en los suelos ubicados sobre relieves ondulados (pendientes de 0.5% a 2.5%) de la región.

Las consecuencias directas de la erosión hídrica sobre los sistemas productivos se centran en la pérdida de nutrientes, distribución heterogénea del agua que escurre por la superficie, dificultades en la emergencia de los cultivos, destrucción de la infraestructura (alambrados, puentes y caminos), entre otros.

<sup>1</sup> Recibido para publicar el 3 de mayo de 1994

\* Ingeniero Agrónomo, Investigador, Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario, Arg

La productividad de los suelos es afectada por la erosión hídrica, y la cantidad de insumos necesarios (combustibles, agroquímicos y horas/hombre) para lograr un nivel productivo semejante al de un suelo no erosionado, se hace mayor

Al perderse suelo, la oferta ambiental del agroecosistema disminuye, lo que se compensa con la adición de energía artificial (insumos) para sostener la producción en el mejor de los casos. "Al adoptar agrosistemas que desaprovechan la oferta ambiental, no sólo se disipan las posibilidades del uso de la energía, sino que resultan nuevos agrosistemas con necesidades crecientes de energía. Además, se pierden atributos del ecosistema que podrían permitir una agricultura más viable desde el punto de vista ecológico y económico" (Gligo 1980).

La energía artificial desempeña un papel importante en la agricultura de los países desarrollados. Un ejemplo válido sería el cultivo del maíz en los Estados Unidos de América, que podría representar la evolución de la agricultura de ese país: "Entre los años 1945 y 1970, en el cultivo de maíz el empleo de energía aumentó en 213 por ciento. Los insumos que componen el aporte de energía comercial (fertilizantes, maquinaria, combustibles, etc.) incrementaron su grado de participación. El único insumo que disminuyó fue la fuerza de trabajo. El incremento en el uso de energía no se acompañó con una mejoría en la eficiencia energética. Así, en 1945, para maíz, por cada unidad energética añadida se obtenía 3.70 como producto. Para 1970 la relación bajó a 1:2.8" (Gligo 1984).

En los sistemas productivos de la región pampeana argentina, con problemas de erosión hídrica, la energía comercial reemplazaría en parte la oferta ambiental disminuida a partir de la pérdida del recurso suelo.

En este trabajo, se pretende estudiar la eficiencia energética en sistemas productivos con diferentes grados de erosión hídrica, para evaluar la incidencia del proceso erosivo en la productividad de los agrosistemas.

Los sistemas productivos estudiados se ubican en el distrito Los Molinos, al sur de la provincia de Santa Fe en Argentina.

El área de estudio se localiza en la cuenca media del río Carcarañá, tributario del río Paraná, en la de-

nominada región pampeana, a 33°, 02 min, 42 seg de latitud Sur y 61°, 06 min, 08 seg de longitud Oeste.

### METODOLOGÍA DE TRABAJO

El trabajo consistió en estudios de caso (ocho en total). Su selección se realizó en función de la posibilidad de incluir en el análisis diferentes grados de erosión y su representatividad en la región. Para ello se recurrió a información cartográfica y socioeconómica del distrito, elaborada previamente (Denoia 1987).

Se destaca que, en este trabajo, el balance de energía se empleó como una herramienta para estudiar en forma comparativa la eficiencia energética de los agroecosistemas en relación con la erosión hídrica. Por ello no se consideraron términos, los que se incluyen en balances más amplios (por ejemplo los que se realizan para la agricultura por país o región), como la electricidad o los residuos de cosecha a manera de insumo y producto energético, respectivamente.

Para caracterizar energéticamente los sistemas productivos seleccionados, se relevó la siguiente información:

#### Calidad de la tierra

Se empleó cartografía de escurrimiento superficial y erosión hídrica con escalas 1:50 000 y 1:20 000 para el distrito Los Molinos. Se seleccionó, como referencia para determinar la calidad de la tierra, el grado de erosión y se le ajustó para cada lote por medio de una verificación de campo. Los grados de erosión considerados fueron: SE-H1: sin erosión-erosión leve (pérdida del horizonte superficial hasta del 25%); H2: erosión moderada (pérdida de 25% a 50%); H3: erosión severa (pérdida de más de un 50% del horizonte superficial).

- Uso de la tierra.
- Período agrícola continuo, sólo para quienes no practican la ganadería.
- Secuencia de cultivos y rendimientos, para cada uno de los lotes y, en lo posible, para los últimos cinco años.
- Secuencia de labores, para cada uno de los lotes y para el período anual analizado.
- Insumos empleados, para cada uno de los lotes.

La información sobre los cinco últimos ítem se obtuvo por medio de entrevistas personales con los productores.

Una vez relevada la información, se determinaron los valores de:

- Consumo de "gasoil" por hectárea, que es la sumatoria del consumo de cada una de las labores realizadas.
- Consumo de herbicidas, que es la sumatoria de las dosis por hectárea de cada herbicida empleado.
- Consumo de insecticidas: igual que en el punto anterior.
- Mano de obra, que es la sumatoria del tiempo empleado en cada labor, referido a una hectárea.

A cada uno de los valores obtenidos (consumo de "gasoil", herbicidas, insecticidas, empleo de mano de obra) se les asignó el contenido energético correspondiente. Al sumarlos, se obtuvo el ingreso de energía al sistema (*input*).

**Cuadro 1. Contenidos energéticos asignados a cada insumo.**

Insumo	Contenido energético
Combustible ***	43.3 MJ/l
Herbicidas ***	170 MJ/kg
Insecticidas ***	4.5 MJ/kg
Fertilizantes nitrogenados *	60.2 MJ/kg N <sub>2</sub>
Mano de obra **	35 MJ/hora
Semilla no híbrida ****	16.62 MJ/kg
Semilla híbrida *****	32.99 MJ/kg

Nota: MJ: megajulios

**Fuente:**

- \* Achorn, citado por Wijewarden 1981.
- \*\* Bowille *et al* 1987; Pimentel *et al* 1973.
- \*\*\* Leach 1976
- \*\*\*\* Pimentel *et al* citado por Viglizo *et al* 1983.

Por otra parte, el rendimiento en granos del cultivo (kg/ha) se transformó en energía; y se obtuvo la energía producida (*output*).

La relación entre el ingreso de energía y la energía producida expresa la eficiencia del sistema en el uso de la energía.

Se consideró el rendimiento de cada cultivo en los últimos cinco años para mejorar la representatividad del dato que se usó para realizar el balance.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de producción estudiados fueron eficientes en el empleo de energía. En general, en todos los cultivos analizados, la producción energética fue superior a la inversión de energía.

Estas características de la eficiencia energética pueden calificarse como una virtud de las actuales formas de producción, sobre todo si se consideran los valores de eficacia de la agricultura en países desarrollados con elevado subsidio de energía.

El empleo de cantidades grandes de insumos comerciales en los sistemas productivos de EE.UU. y otros países altamente desarrollados, aunque tornan ineficiente el empleo de energía, se constituye en un elemento importante para el desarrollo de la economía, especialmente en el caso de las industrias que fabrican los insumos y de las empresas que los venden.

Los sistemas de producción estudiados presentan diferencias con respecto a los de países desarrollados. El grado de artificio de nuestros agrosistemas es menor, por la participación más escasa de energía comercial en el proceso productivo. Por ejemplo, en esos sistemas productivos, no se emplea, al menos en forma generalizada, el riego y la fertilización masiva —técnicas que representan un gran costo energético.

**Cuadro 2. Cultivo: Maíz.**

Insumo	Categoría de tierra		
	SE - H1%	H2%	H3%
Combustible	79.62	75.94	79.41
Herbicidas	2.58	1.40	—
Insecticidas	—	—	—
Fertilizantes	—	—	—
Mano de obra	5.01	5.42	5.15
Semillas	12.79	17.24	15.44
TOTAL	100	100	100

Cuadro 3. Cultivo: Trigo-soja de segunda.

Insumo	Categoría de tierra		
	SE - H1%	H2%	H3%
Combustible	50.61	41.87	53.04
Herbicidas	1.05	2.03	2.50
Insecticidas	0.05	1.98	0.01
Fertilizantes	12.05	11.05	7.10
Mano de obra	3.08	2.74	3.49
Semillas	33.16	40.33	33.86
TOTAL	100	100	100

La energía empleada como combustible en el laboreo del suelo, protección, siembra y cosecha de cultivos, es la de mayor importancia en términos generales.

En un análisis por cultivos, se observaron las características particulares de cada uno en relación con los *inputs* de energía. En maíz fue alta la proporción de combustibles, en tanto que las semillas no representan valores elevados, a pesar de que su contenido energético era el doble que en las semillas no híbridas (Cuadro 2).

Además de los combustibles, en el caso de trigo-soja de segunda (Cuadro 3), fue importante la energía incorporada como semillas —se empleó, en promedio, 100 kg/ha en trigo y 80 kg/ha en soja. El único cultivo donde se empleó fertilizantes, fue en el trigo.

El caso de la soja de primera fue intermedio entre los dos cultivos analizados previamente. El combustible representó el mayor insumo energético (Cuadro 4).

El empleo de insumos por cultivos es similar para las diferentes calidades de tierras.

La eficiencia energética, al igual que la productiva, disminuyó con el deterioro del recurso suelo. Así para soja de primera en las áreas de erosión moderada (H2) y erosión severa (H3), los sistemas productivos son energéticamente más ineficientes que en el área sin erosión o de erosión leve (SE-H1), que, en promedio, son 42.8% y 44% respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 4. Cultivo: Soja de primera.

Insumo	Categoría de tierra		
	SE - H1%	H2%	H3%
Combustible	64.42	65.80	66.32
Herbicidas	4.32	2.13	6.06
Insecticidas	0.05	3.28	0.02
Fertilizantes	—	—	—
Mano de obra	4.32	4.26	4.30
Semillas	26.89	24.53	23.30
TOTAL	100	100	100

Notas: SE-H1: área sin erosión-erosión leve  
H2: área de erosión moderada  
H3: área de erosión severa

Cuadro 5. Eficiencia energética en soja, trigo-soja de segunda y maíz para las diferentes categorías de tierra, por erosión hídrica, en el Distrito Los Molinos.

Cultivos	Categoría de tierra		
	SE - H1	H2	H3
Soja de primera	11.27	6.45	6.30
Trigo-soja de segunda	8.86	7.25	6.64
Maíz	24.42	19.67	11

El maíz, a pesar de los bajos rendimientos (menores de 2268 kg/ha), mostró mayor eficiencia en el empleo de energía. Por otro lado presentó un elevado grado de sensibilidad a la calidad del recurso tierra al disminuir la eficiencia hasta un 56% en el área de erosión severa, con respecto al área sin erosión.

En el trigo-soja de segunda, se observó mayor estabilidad en relación con los demás cultivos analizados en la eficiencia energética para las áreas con diferentes grados de erosión.

Las actuales formas de producción en el distrito Los Molinos no armonizan el empleo de la tecnología con la capacidad del ecosistema, por lo que podría consumir rápidamente la oferta ambiental de energía y provocar, paralelamente, el deterioro de los recursos.

Eso significa la pérdida de capacidad de reserva o autonomía del ecosistema; propiedades fundamentales para una agricultura viable desde el punto de vista económico y ecológico.

Los valores de eficiencia energética relativamente altos, obtenidos en las áreas sin erosión-erosión leve, podrían atribuirse a la oferta ambiental, con base en los niveles de producción actuales; al sobreuso de los recursos naturales; a la explotación de la energía que, a manera de reserva, contiene el ecosistema con una tasa de extracción superior a la capacidad de recuperación. Con el deterioro del recurso suelo en las áreas de erosión moderada y severa, la oferta ambiental se reduce y, con ella, la eficiencia energética.

### CONCLUSIONES

Los sistemas productivos analizados, en general, fueron eficientes en el uso de la energía.

La eficiencia se modificó con el deterioro del recurso suelo por erosión hídrica. Con los valores promediados de eficiencia energética para los distintos cultivos, se encontró que el área sin erosión-erosión leve superó en 25% el área de erosión moderada y 46% a la de erosión severa.

El cultivo de maíz resultó ser el más afectado en su eficiencia energética al perderse el suelo por erosión.

El doble cultivo anual trigo-soja de segunda fue más eficiente que la soja de primera en las áreas con mayor grado de erosión.

Se puede afirmar que el estudio de la eficiencia energética es una herramienta adecuada para evaluar la incidencia del proceso erosivo en los sistemas agrícolas.

Así surge la necesidad de incorporar la conservación de los recursos naturales a la planificación de los sistemas productivos para garantizar su estabilidad ecológica, productiva y económica.

### LITERATURA CITADA

- BOWILLE, D ; BRAVO, J ; CARBALLO, C ; GALLO, G ; GROISMAN, F ; ROCHE, N 1987. Energía y métodos de producción agropecuaria en América Latina. Revista Argentina de Economía Agraria 1(2).
- CASAS, R 1985. La agricultura permanente y la degradación de los suelos en la República Argentina. Revista IDIA.
- DENOIA, J. 1987. Relevamiento integrado de recursos naturales en el Distrito Los Molinos. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)/Cooperativa Agrícola Ganadera Los Molinos Ltda s p
- GLIGO, N. 1980. La dimensión ambiental en el desarrollo agrícola de América Latina. Revista de la CEPAL.
- GLIGO, N. 1984. La energía en el modelo tecnológico agrícola predominante en América Latina. Revista de la CEPAL 22.
- GRIFFITH, D ; PARSONS, S 1979. Energy requirements for tillage planting systems. Ind., Purdue University.
- GRIFFITH, D ; MANNERING, S ; RICHEY, C 1979. Energy in agriculture. Ind., Purdue University, Agricultural Experiment Station.
- LEACH, G 1976. Energy and food production. Guilford, Surrey, IPC Science and Technology Press.
- MICHELENA, R. *et al.* 1989. Degradación de suelos en el Norte de la Región Pampeana. Arg., INTA, Proyecto de Agricultura Conservacionista. Publicación Técnica no. 6.
- PIMENIEL, D. *et al.* 1973. Food production and the energy crisis. Science 182:443-449.
- STOUT, B A 1980. Energía para la agricultura mundial. Colección FAO: Agricultura no. 7.
- VIGLIZO, E.; WILBERGER, J.; GINGINS, M 1983. Eficiencia energética de tres sistemas de producción lechera con distinto nivel de intensificación. Revista de Orientación Láctea 24.
- WIJEWARDENE, R. 1981. Energy conserving farming systems for humid tropics. University of Kentucky, Department of Sociology. Tillage Systems and Social Science 1(8).

# Efecto del Estrés Hídrico en el Estado Reproductivo en Pasto Llorón *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees<sup>1</sup>

C.V. Echenique\*, P.A. Polci\*

## ABSTRACT

The effect of drought during the reproductive stage was studied in three weeping lovegrass cultivars: Don Pablo, Don Eduardo and Tanganyika. Water was partially withdrawn at the beginning of the reproductive period (Nov.-Dec.) and at the young panicle stage. Water stress effect was studied on: meiosis at the pollen mother cells, percentage of viable pollen grains, grain size and grain external surface and isozymic patterns of esterases, peroxidases and acid phosphatases. Seed phenotypes, isozymic patterns, germination power and seedling characteristics of the next generation were also studied. Water stress caused decreases in cell number and size and increased the percentage of meiotic irregularities: there were no oriented chromosomes, univalents, lagging chromosomes, dicentric bridges and micronucleus. A decrease in pollen viability was also observed. Pollen size and external surface were less affected. Panicle number and size were also affected and isozyme patterns were quantitatively and qualitatively altered, with a general increase in enzymatic activity. The increase in the activity of hydrolytic enzymes might be one of the causes of the alterations mentioned. Alterations in seed weight, color and isozyme patterns were also observed. No genotypic treatment differences were observed in seed germinating power, but seedling size was less than that of the control treatment. Isozymic patterns of these plants were also different, with qualitative and quantitative changes in all three investigating systems, with a general increase in acid phosphatase and peroxidase activity. A water stress period during the reproductive stage not only altered the normal development of plants, but also their offspring.

## INTRODUCCIÓN

La exposición al estrés hídrico severo durante un corto período tendría diversos efectos sobre el desarrollo de la planta, según su estado ontogénico. Si ocurriese durante el período repro-

## RESUMEN

Se estudió el efecto de un período de sequía durante el estado reproductivo en tres cultivares de pasto llorón: Don Pablo, Don Eduardo y Tanganyika. El riego diferencial se comenzó al inicio del período reproductivo (nov.-dic.) y en las etapas juveniles de las panojas. Se analizó su efecto sobre la meiosis en las células madres del polen, el porcentaje de granos de polen viables, el tamaño y características externas y los patrones isoenzimáticos de esterases, peroxidadas y fosfatasa ácida. También se estudiaron algunas características fenotípicas y patrones isoenzimáticos de las semillas y de las plántulas de la siguiente generación. El estrés hídrico provocó la disminución en el número y tamaño de las células y el incremento en el porcentaje de irregularidades meióticas: cromosomas no orientados, univalentes, cromosomas rezagados, puentes dicéntricos y micronúcleos. La viabilidad del polen disminuyó, pero el tamaño en menor medida, observándose ligeras alteraciones superficiales. El tamaño y número de las panojas fueron menores, con alteraciones cualitativas y cuantitativas de los patrones isoenzimáticos, incremento en la actividad de peroxidasa y fosfatasa ácida, que sería una de las causas de las alteraciones observadas. El color, peso y patrones isoenzimáticos de las semillas también fueron afectados, pero no su poder germinativo. El tamaño de las plántulas fue menor que el de aquellas provenientes de semillas de control, con cambios cualitativos y cuantitativos en los tres sistemas isoenzimáticos, incrementándose la actividad de fosfatasa ácida y peroxidasa. El estrés hídrico durante la etapa reproductiva no sólo altera el desarrollo normal de la planta afectada, sino que también sus efectos se manifiestan en su progenie.

Palabras clave: Irregularidades meióticas, viabilidad del polen, isoenzimas, estrés hídrico.

ductivo, podría ser crítico, debido a que abarca una serie de procesos irreversibles y no compensatorios que son diferencialmente sensibles al estrés (Namuco y O'Toole 1986). Si alguno de ellos resultara afectado, podría comprometerse la fertilidad de la planta y, por ende, su progenie. Un proceso potencialmente sensible es el desarrollo del polen (Bingham 1966; Morgan y King 1984; Namuco y O'Toole 1986). También se ha documentado la sensibilidad del gameto femenino en maíz (Moss y Downey 1971). Saini y Aspinall (1981) encontraron que en

<sup>1</sup> Recibido para publicar el 15 de marzo de 1994

\* Dpto. de Agronomía (Universidad Nacional del Sur). San Andrés 800, 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires. Arg

trigo el desarrollo del polen es más sensible que la gametogénesis femenina al estrés hídrico.

Diversos autores se refieren a la influencia de los factores climáticos en la incidencia de anomalías meióticas, entre las que se citan la temperatura, luz y sequía (Bayliss y Riley 1972; Bennett *et al.* 1972; Del Luca y Moraes-Fernandes 1980; Maan y McCracken 1968; Moraes-Fernandes 1982; Utkhede y Jain 1974), y señalan el incremento de numerosas aberraciones cromosómicas al aumentar la severidad del estrés (Chang 1964; Namuco y O'otoole 1986). En algunas gramíneas, la ocurrencia de la sequía durante la meiosis provoca la disminución en la producción de semilla por inducción de androsterilidad (Bingham 1966), respuesta atribuida al incremento en la concentración de ácido abscísico (AbA) endógeno que se acumula en las espigas o panojas por el estrés (Morgan 1980).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la incidencia de un período de sequía durante el estado reproductivo en tres cultivares de pasto llorón con diferente comportamiento ante el estrés. Se registraron alteraciones en las distintas etapas del proceso meiótico en las células-madres del polen, las características externas y el tamaño de los granos, y se determinó la viabilidad de éstos. Asimismo se estudiaron las alteraciones isoenzimáticas en las panojas provenientes de plantas sometidas a sequía y el efecto de dicho factor ambiental sobre las características fenotípicas, patrones isoenzimáticos y poder germinativo de la semilla, y sobre las características de las plántulas provenientes de las mismas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Plantas de un año de pasto llorón, *E. curvula* (Schrad.) Nees, cvs. Tanganyika, Don Pablo y Don Eduardo, se dejaron crecer a la intemperie en recipientes que contenían 15 000 cc de suelo.

### Tratamientos de sequía

Los controles (C) corresponden a plantas regadas a capacidad de campo, mientras que en las tratadas el riego diferencial comenzó a partir del inicio del período reproductivo (noviembre -diciembre) y en eta-

pas juveniles de las panojas (E2 y E1, respectivamente). Este riego consistió en 200 ml - 300 ml de agua cada dos a tres días.

### Estudio meiótico

Panojas inmaduras se fijaron en líquido de Farmer (etanol:ácido acético glacial, 3:1) durante 24 h a temperatura ambiente y se conservaron en etanol al 70% (v/v) a 4°C hasta el momento de su utilización. La tinción se realizó con carmín acético (2% p/v) y hematoxilina acética (2% p/v) (Núñez 1968). En cada caso se contaron entre 300 y 500 células.

### Viabilidad del polen

Panojas próximas a la antesis se fijaron y se conservaron —como se indicó en el punto anterior. El porcentaje de granos viables se determinó por tinción diferencial con el colorante de Alexander (1969), por el cual se consideró viables los granos uniformemente teñidos y con más del 70% de contenido celular. Se contaron 500 granos de cada muestra.

### Microscopía electrónica de barrido

Panojas próximas a la antesis se fijaron en alcohol al 50% (v/v): ácido acético glacial: formaldehído 40% (p/v) (90:5:5) y se conservaron en etanol al 70% (v/v) a 4° centígrados. Las anteras se abrieron en una gota de etanol al 70% sobre el portamuestras y los granos de polen se dejaron secar al aire y se recubrieron con una fina capa de oro y carbón con rotación en alto vacío. Las observaciones se realizaron con un microscopio electrónico de barrido Jeol 35F operado con cinco kilovatios.

### Contenido relativo de agua (CRA)

El contenido relativo de agua se determinó en hojas de acuerdo a Turner (1981). Se realizaron tres determinaciones por tratamiento.

### Semillas

Se utilizaron semillas provenientes de plantas de los tratamientos C, E1 y E2, y se registró el peso cada 100 semillas con tres repeticiones por tratamiento.

### Poder germinativo

Se tomaron 100 semillas por tratamiento y se hicieron germinar en cajas de Petri sobre un soporte de algodón y papel de filtro embebido en agua destilada. Las mismas se colocaron en cámara de cultivo a 25°C y con un fotoperíodo de nueve horas. Cuando las plántulas contaban con nueve días se determinó el largo de hoja y raíz. Se realizaron cuatro réplicas.

### Análisis estadístico

El análisis de los datos sobre longitud y anchura de la semilla y longitud de la hoja y la raíz se realizó mediante test de ANOVA, contrastes de Scheffé y comparaciones de medias por el test SNK.

### Estudio electroforético

Con el propósito de obtener una indicación de las alteraciones producidas por el estrés en las estructuras reproductivas, se procedió a realizar estudios de patrones isoenzimáticos de enzimas que serían afectadas en situaciones de estrés, tanto en panojas como en semillas obtenidas de las mismas y plántulas crecidas de estas semillas.

- Obtención de las muestras: Se recolectaron panojas inmaduras y próximas a la antesis y se conservaron a -20°C hasta el momento de la extracción.
- Extracción: Se realizaron extractos de espiguillas, de 250 mg de semilla y de 100 mg de parte aérea de plántulas en el mismo buffer utilizado para preparar el gel.
- Sistema electroforético: Se prepararon geles de almidón (SIGMA) 13% (p/v) de 12 x 18 x 0.6 cm mediante dos sistemas de buffer gel-electródos: 6 y 9 (Soltis *et al.* 1983). Con el primer sistema se revelaron esterasas y con el segundo, peroxidasas y fosfatasas.

#### Buffer gel:

- Tris-cítrico 0.019 M, pH 7.8 (núm. 6).
- L-histidina 0.009 M/ácido cítrico 0.002 M, pH 5.7 (núm. 9).

#### Buffer de electrodos:

- Acido bórico/NaOH 0.4 M, pH 8.7.
- L-histidina 0.065 M/ácido cítrico 0.016 M, pH 5.7.

En el primer caso, las muestras se sembraron a 5 cm del borde catódico del gel. En el segundo sistema, a 7 centímetros. La electroforesis se condujo a 25 mA durante 3 h usando el sistema 1, y 5 h con el sistema 2, a 4° centígrados.

- Revelado de isoenzimas: Se utilizaron las siguientes mezclas de reacción:
  - Esterasas: 5 mg de Fast Garnett GBC en 100 ml de buffer Tris-ClH 0.1 M, pH 6.0 y 2 ml de solución de alfa-naftil acetato al 1% en acetona/agua (1:1). El gel se incubó a 37°C durante 5 horas.
  - Fosfatasas ácidas: 10 mg de Fast Garnett GBC y 60 mg de alfa-naftil fosfato ácido en 100 ml de buffer acetato de sodio 0.1 M, pH 5.0 con 4 ml de cloruro de magnesio a 0.1 M.
  - Peroxidasas: 50 mg de 3-amino-9-etil carbazol en 3 ml de dimetilformamida en 100 ml de buffer acetato de sodio a 0.1 M, pH 5.0 con 2 ml de cloruro de calcio a 0.1 M y 0.5 ml de peróxido de hidrógeno al cinco por ciento.

## RESULTADOS

Como consecuencia de los tratamientos contra la sequía el tamaño de las plantas disminuyó, especialmente en el cv. Tanganyika (Fig. 1a), presentando además menor número de panojas y más pequeñas (Fig. 1b). Estas panojas, fundamentalmente aquellas pertenecientes al cv. Tanganyika, mostraron grandes diferencias de maduración, con el ápice en antesis mientras que la base, completamente inmadura aún, no había emergido de la vaina. Aunque es común en pasto llorón, el efecto se vio magnificado por el estrés. En las panojas inmaduras aparecieron isoenzimas de peroxidasas correspondientes a las panojas en antesis. Los cambios isoenzimáticos en las panojas fueron cualitativos y cuantitativos, siendo más afectadas las bandas de movilidad electroforética media y alta, fundamentalmente en antesis en el cv. Don Eduardo (Fig. 2).

También incrementó la actividad de fosfatasas ácidas y se observaron alteraciones en los patrones de esterasas (Fig. 3). En las esterasas, los cambios fueron principalmente cualitativos, con tendencia a la desaparición de bandas, excepto en el cv. Don Eduardo donde aparece una nueva banda en meiosis

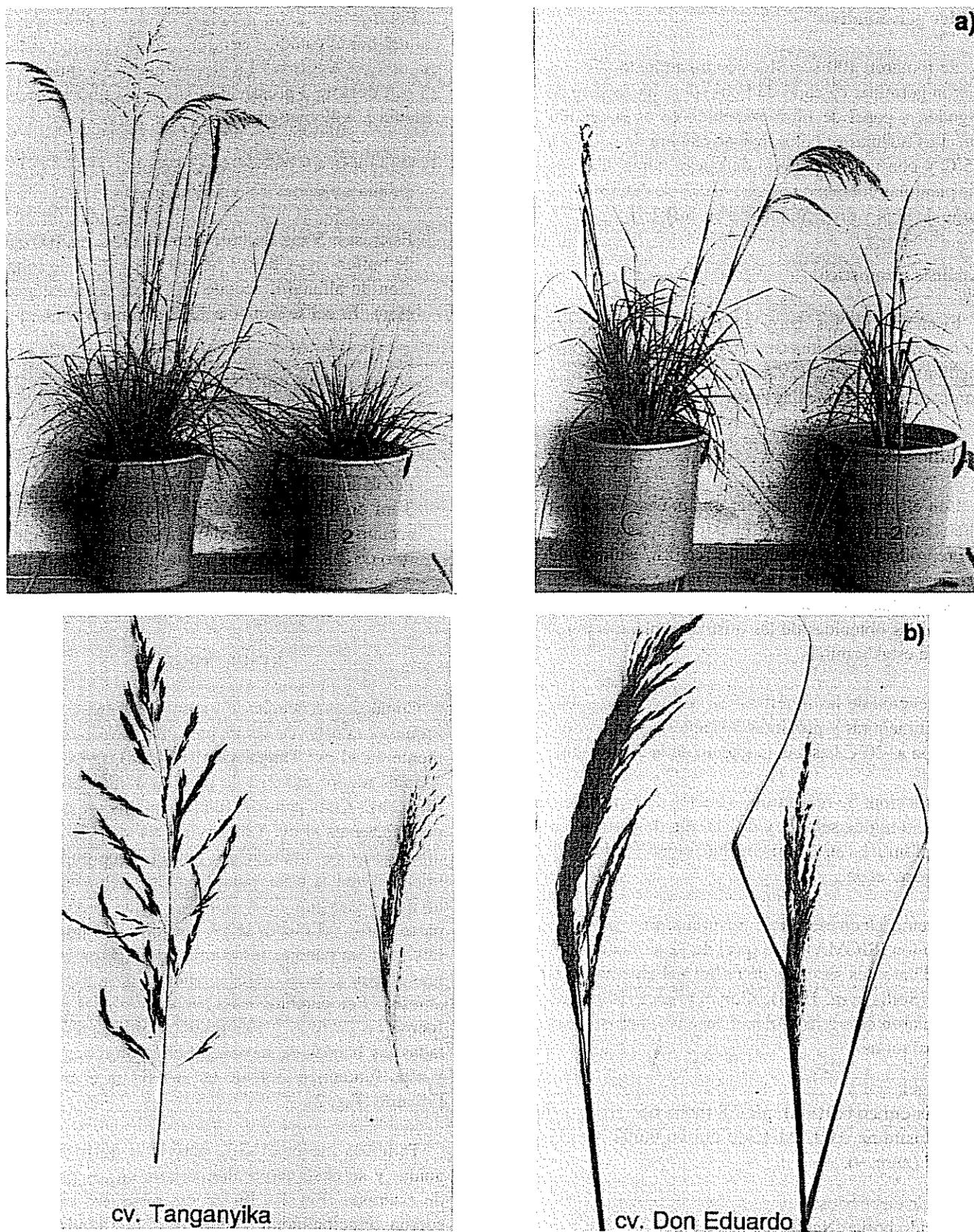


Fig. 1. a) Plantas de pasto llorón, C: control, E2: tratadas; b) panojas pertenecientes a plantas normalmente regadas y a plantas sometidas a sequía.

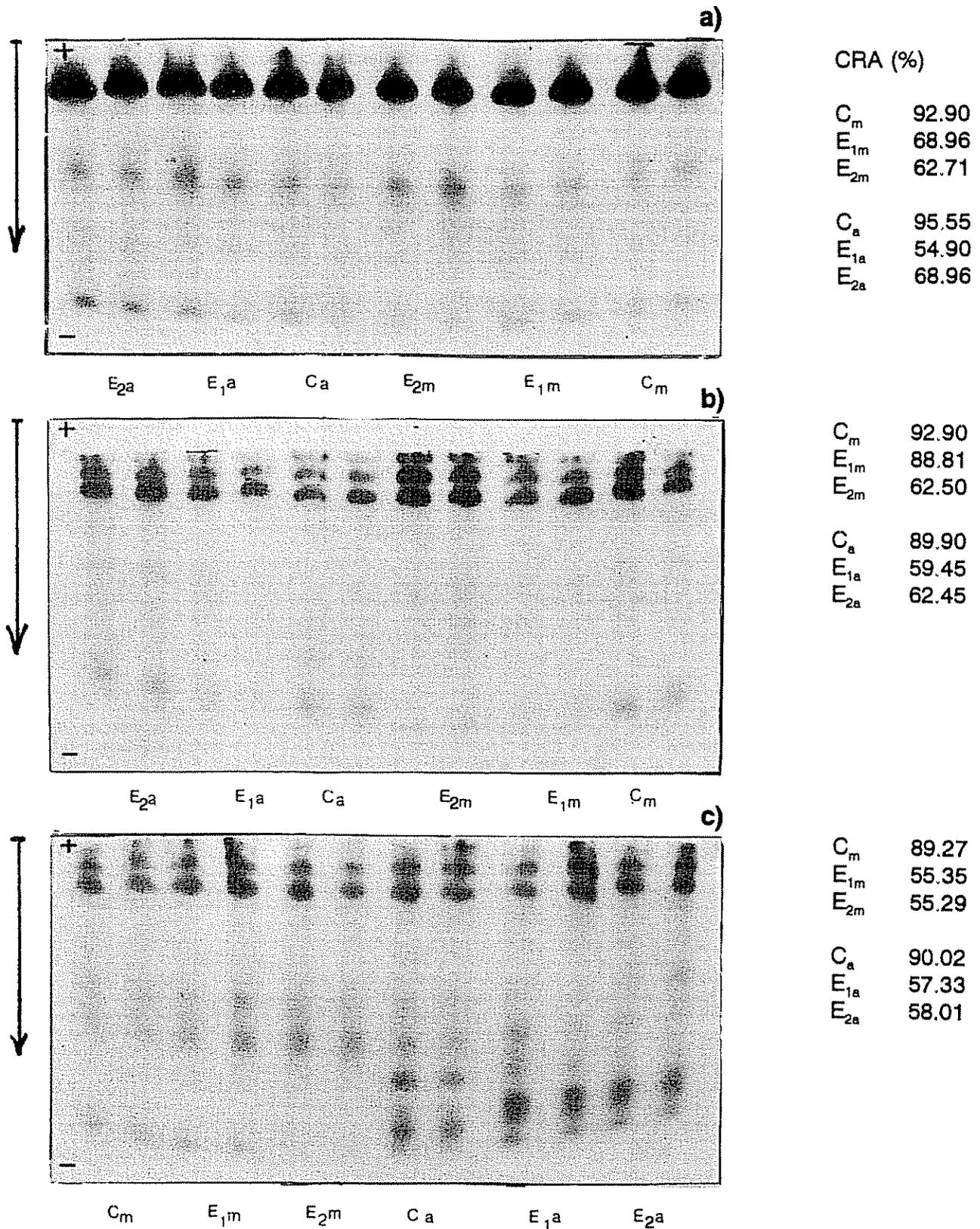


Fig. 2. Isoenzimas de peroxidasas de espiguillas de plantas de pasto llorón, Cm: control meiosis, E1m: primer nivel de estrés meiosis, E2m: segundo nivel de estrés meiosis, Ca: control antesis, A1a: primer nivel de estrés antesis, E2a: segundo nivel de estrés antesis; a) cv. Tanganyika; b) cv. Don Pablo; c) cv. Don Eduardo.

sin alteraciones en la aneuploidia. Pudo observarse un incremento general de la actividad de fosfatasa con el estrés en ambos estadios de las panojas, predominando los cambios cuantitativos (Fig. 3). El aspecto de las panojas sin emerger era de completa hidratación, pero de tamaño reducido con respecto a las de control. En el estudio meiótico se observó una disminución en la cantidad de células y en el tamaño de las mismas, así como la aparición del citoplasma granu-

loso. Las irregularidades cromosómicas observadas fueron: cromosomas no orientados, aglutinación, univalentes, rezagados, puentes dicéntricos y micronúcleos (Fig. 4). El mayor número de éstas se observó con el primer nivel de estrés, mientras que en E2 fue menor o no se observaron células en división como en el caso del cv. Tanganyika (Cuadro 1). El que presentó mayor cantidad de irregularidades fue el cv. Don Eduardo.

**Cuadro 1.** Irregularidades meióticas observadas en tres cultivares de pasto llorón con tres regímenes hídricos (se indica frecuencia de aparición).

Cultivar	Tratamiento	Estadio			
		MI Cromosomas no orientados adherencias	A-T I Cromosomas rezagados puentes cromatínicos	M II Cromosomas no orientados	A-T II Cromosomas rezagados micronúcleos
T A N G A N Y I K A	Control CRA: 94%	11.86	8.07	2.32	14.28
	Estrés 1 CRA: 81%	31.00	12.12	21.05	21.00
	Estrés 2 RA: 55.5%	31.00	26.82	sin células en división	
D P A B L O	Control CRA: 97%	25.42	10.90	23.33	10.90
	Estrés 1 CRA: 90.2%	48.38	44.00	*	13.80
	Estrés 2 CRA: 50.8%	22.62	23.91	27.03	18.18
D E D U A R D O	Control CRA: 93%	15.90	13.51	1.51	8.41
	Estrés 1 CRA: 81.2%	39.28	37.50	25.00	21.62
	Estrés 2 CRA: 61.2%	30.00	16.13	*	25.00

Nota:

\* menos de 20 células.

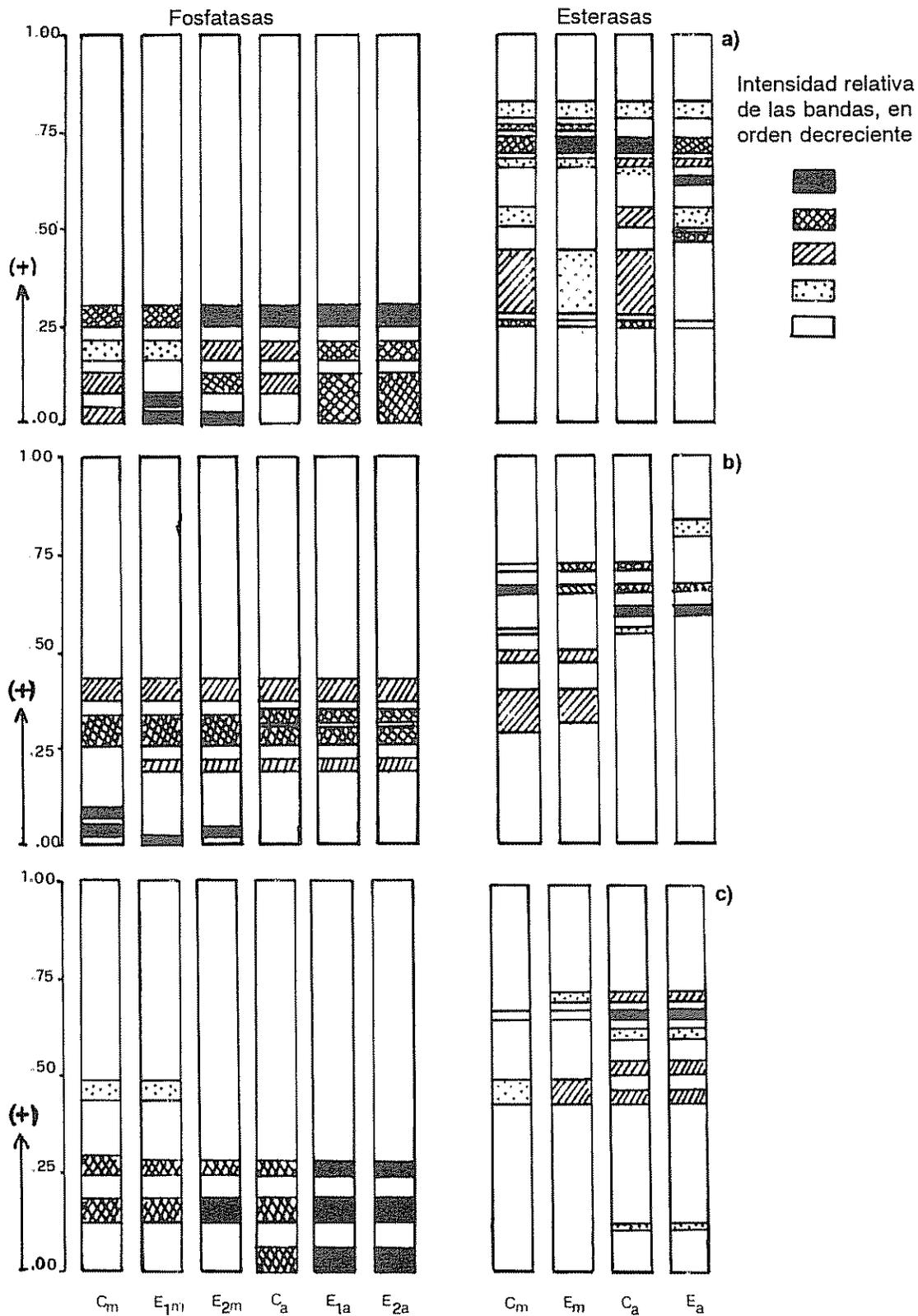


Fig. 3. Isoenzimas de fosfatasa y esterasas de espiguillas inmaduras y en antesis de plantas de pasto llorón en condiciones normales de riego (C) y sometidas a sequía (E1 y E2); a) cv. Tanganyika; b) cv. Don Pablo; c) cv. Don Eduardo.

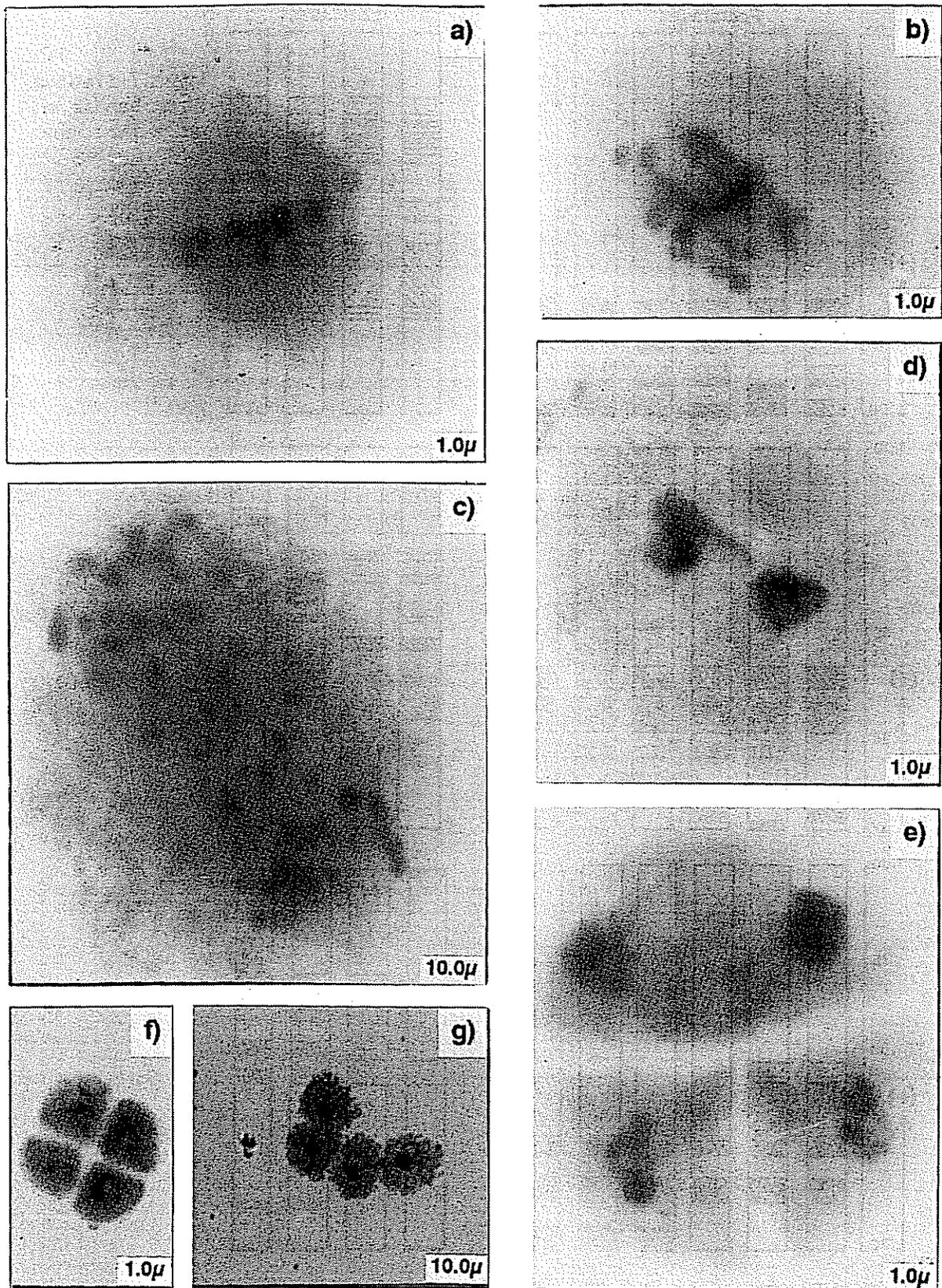


Fig. 4. Irregularidades meióticas observadas. a) Metafase I: cromosoma no orientado; b) metafase I: adherencias; c) anafase I: cromosomas rezagados; d) telofase I: puente cromatínico; e) telofase II: micronúcleo; f) cuartetos control; g) cuartetos estrés 2.

La viabilidad del polen disminuyó por causa del estrés hídrico (Fig. 5a). Los granos inviábiles se caracterizaron por su carencia de contenido, escaso desarrollo del mismo o color poco homogéneo con respecto a los granos normales (Fig. 5b). Los granos de plantas tratadas se mostraron diferentes al microscopio electrónico, contraídos y de menor tamaño, fundamentalmente en el cv. Tanganyika (Fig. 6). El peso de 100 semillas fue menor que en los correspondientes controles, y el más afectado fue el cv. Don Pablo (Cuadro 2). En el cv. Tanganyika, las semillas presentaron una coloración más pálida que las de los controles. En estas semillas, la actividad de peroxidadasas fue débil, lo cual dificultó la visualización de las bandas. Los cambios detectados fueron exclusivamente cualitativos, con desaparición de bandas en E1 y E2, exceptuando E2 en el cv. don Pablo, donde se observó una nueva banda (Fig. 7). La actividad de

Cuadro 2. Peso unidad proveniente de plantas-control y tratadas de pasto llorón.

Cultivar	Tratamiento	Peso de 100 semillas (g)
Tanganyika	Control	0.0390 ± 0.0017
	Estrés 1	0.0341 ± 0.0004
	Estrés 2	0.0291 ± 0.0041
Don Pablo	Control	0.0400 ± 0.0016
	Estrés 1	0.0227 ± 0.0010
	Estrés 2	0.0219 ± 0.0007
Don Eduardo	Control	0.0279 ± 0.0016
	Estrés 1	0.0235 ± 0.0021
	Estrés 2	0.0218 ± 0.0006

Nota: Los valores representan la media de tres determinaciones ± desviación estándar

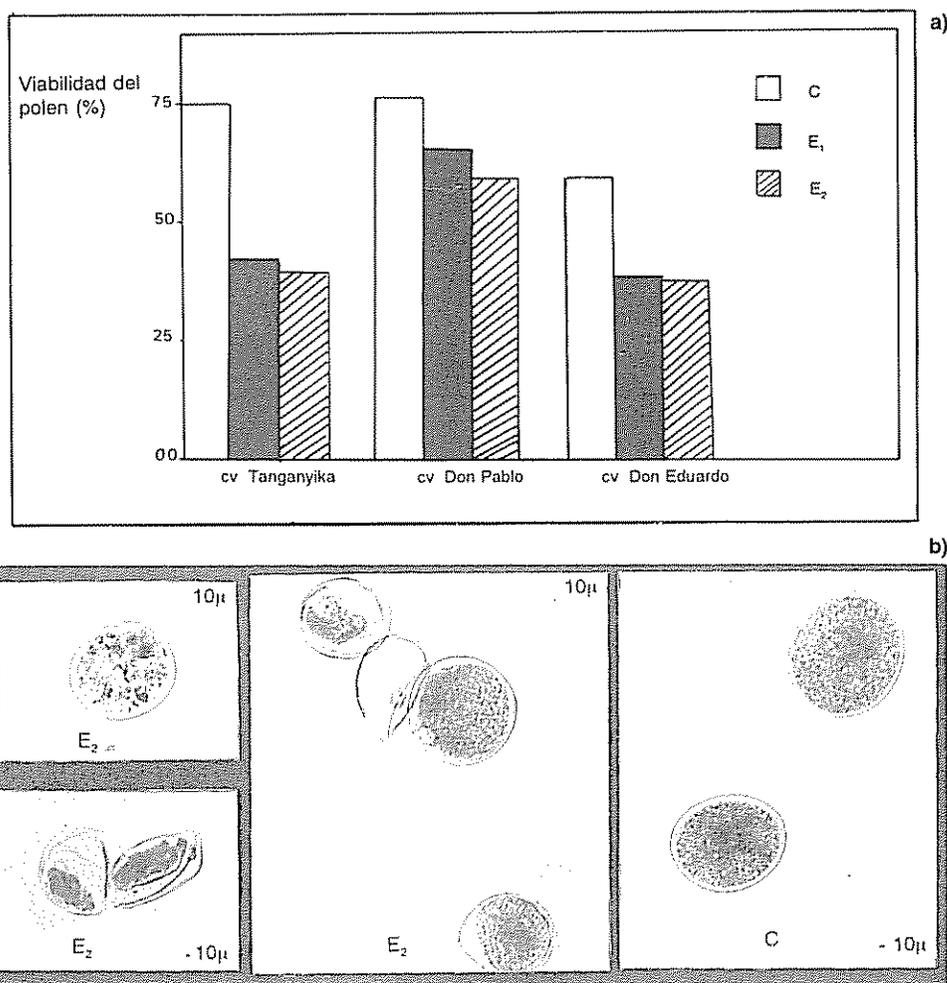


Fig. 5. a) Porcentaje de viabilidad de los granos de polen de los tres cultivares estudiados. En cada caso se contaron 500 granos de polen; b) granos de polen correspondientes a plantas sometidas a distintos regimenes hídricos: control (C) y estrés (E2).

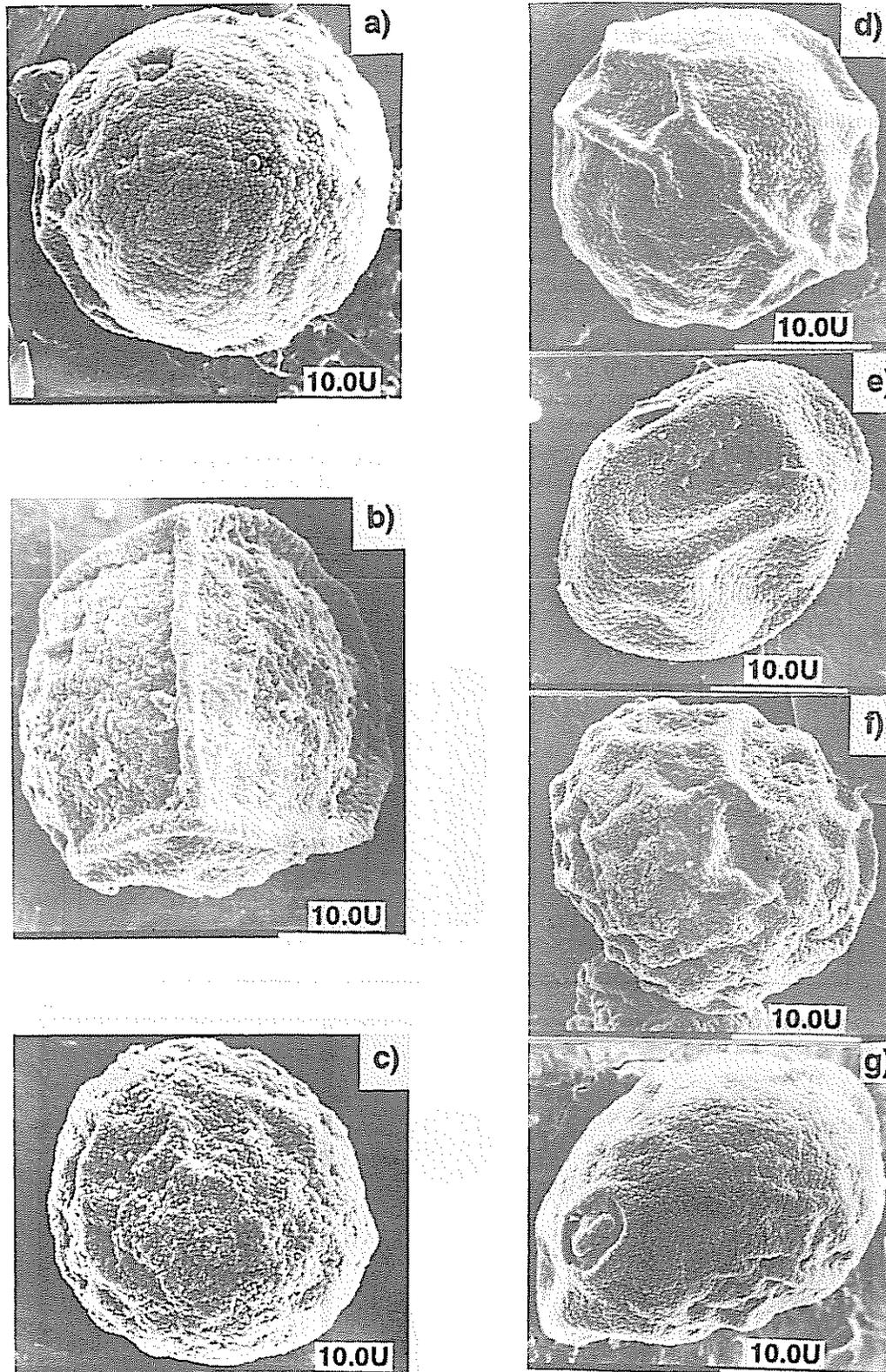


Fig. 6. Ultraestructura de los granos de polen; a) cv. Tanganyika control; b) cv. Don Pablo control; c) cv. Don Eduardo control; d) y e) cv. Tanganyika estrés 2; f) cv. Don Pablo estrés 2; g) cv. Don Eduardo estrés 2.

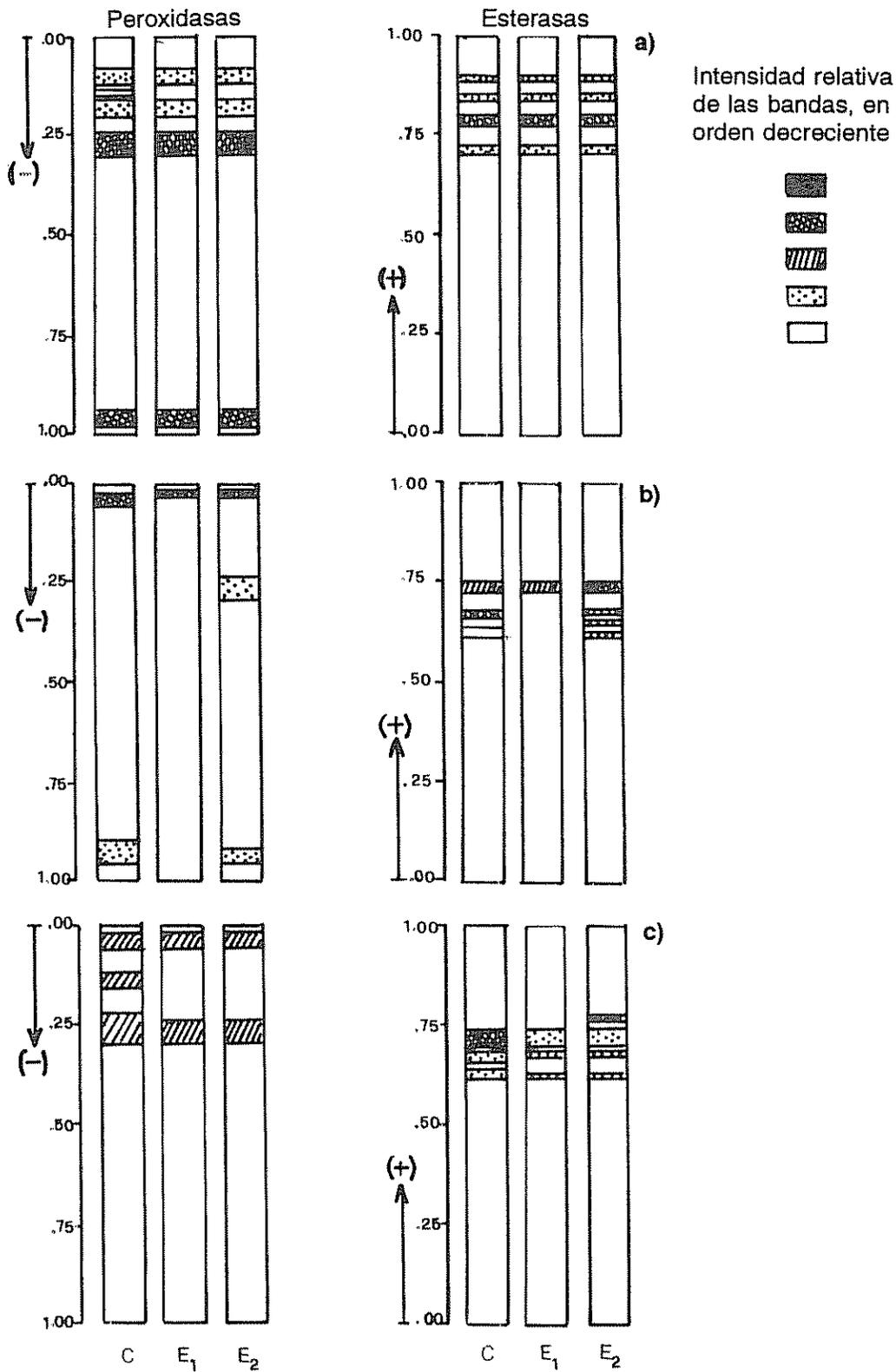


Fig. 7. Isoenzimas de peroxidasas y esterases de semilla inmadura proveniente de plantas de pasto llorón normalmente regadas (C) y sometidas a sequía (E1 y E2); a) cv. Tanganyika; b) cv. Don Pablo; c) cv. Don Eduardo.

esterasas en los cvs. Don Pablo y Don Eduardo disminuyó en E1 y aumentó en E2 con respecto al control, mientras que en el cv. Tanganyika no se notaron diferencias (Fig. 7).

No se registraron diferencias genotípicas ni por tratamiento en el poder germinativo de estas semillas (96% - 100%). En las plántulas provenientes de semillas con estrés la longitud de la raíz y de la hoja fue menor que en el control (Cuadro 3, Fig. 8). Los más afectados fueron los cvs. Don Pablo y Don Eduardo. Se incrementó la actividad de las peroxidadasas y las fosfatasas ácidas en estas plántulas, con aparición de nuevas bandas e intensificación de las preexistentes, siendo esto más evidente en E1 (Fig. 9).

Las alteraciones en los patrones isoenzimáticos de esterases fueron diferentes en las plántulas de los tres cultivares. En el cv. Don Pablo disminuyó la actividad de C a E2, con desaparición de algunas bandas. Lo mismo ocurrió en el cv. Don Eduardo pero no hubo diferencias evidentes entre E1 y E2. En el cv. Tanganyika la única diferencia observada fue el engrosamiento de la banda más lenta en E1 (Fig. 9).

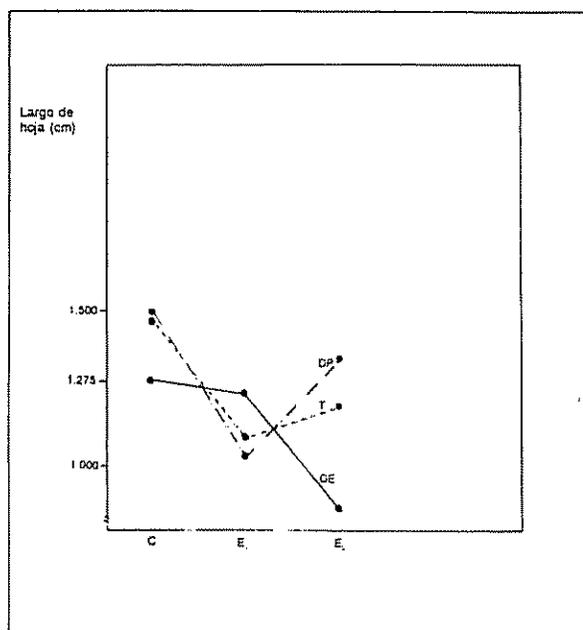


Fig. 8. Valores medios de largo de hoja de plántulas de pasto llorón, cvs. Tanganyika, Don Pablo y Don Eduardo, provenientes de semillas de plantas sometidas a tres niveles de riego.

Cuadro 3. Tamaño de la primera hoja y raíz de plántula de nueve días de pasto llorón, proveniente de semilla de control y tratada (cm).

Cultivar	Tratamiento	Largo 1ª hoja	Ancho 1ª hoja	Largo raíz
Tanganyika	Control	1.475 ± 0.05	1.000 ± 0.000	2.750 ± 0.29
	Estrés 1	1.000 ± 0.00	1.000 ± 0.000	2.300 ± 0.25
	Estrés 2	1.200 ± 0.15	1.000 ± 0.000	2.060 ± 0.37
Don Pablo	Control	1.440 ± 0.15	0.980 ± 0.04	4.240 ± 1.16
	Estrés 1	1.100 ± 0.12	0.880 ± 0.08	2.960 ± 0.69
	Estrés 2	1.320 ± 0.13	0.940 ± 0.54	3.380 ± 0.42
Don Eduardo	Control	1.275 ± 0.05	0.975 ± 0.05	2.275 ± 0.42
	Estrés 1	1.180 ± 0.21	0.940 ± 0.09	1.080 ± 0.39
	Estrés 2	0.875 ± 0.05	0.800 ± 0.14	1.000 ± 0.28

Nota: Los valores representan la media de cinco determinaciones ± desviación estándar.

## DISCUSIÓN

Los tratamientos de sequía provocaron alteraciones en las plantas y en su progenie. Los resultados indican diferencias en el comportamiento de los cultivares ante los tratamientos impuestos. El

estrés hídrico afectó las estructuras reproductivas de estas plantas, así como la meiosis y su progenie. Se observó mayor inestabilidad en todo el proceso en los cvs. Don Pablo y Don Eduardo y con mayor nivel de ploidía. El pasto llorón, *E. curvula* (Schrad.) Nees s. lat., constituye un complejo de formas

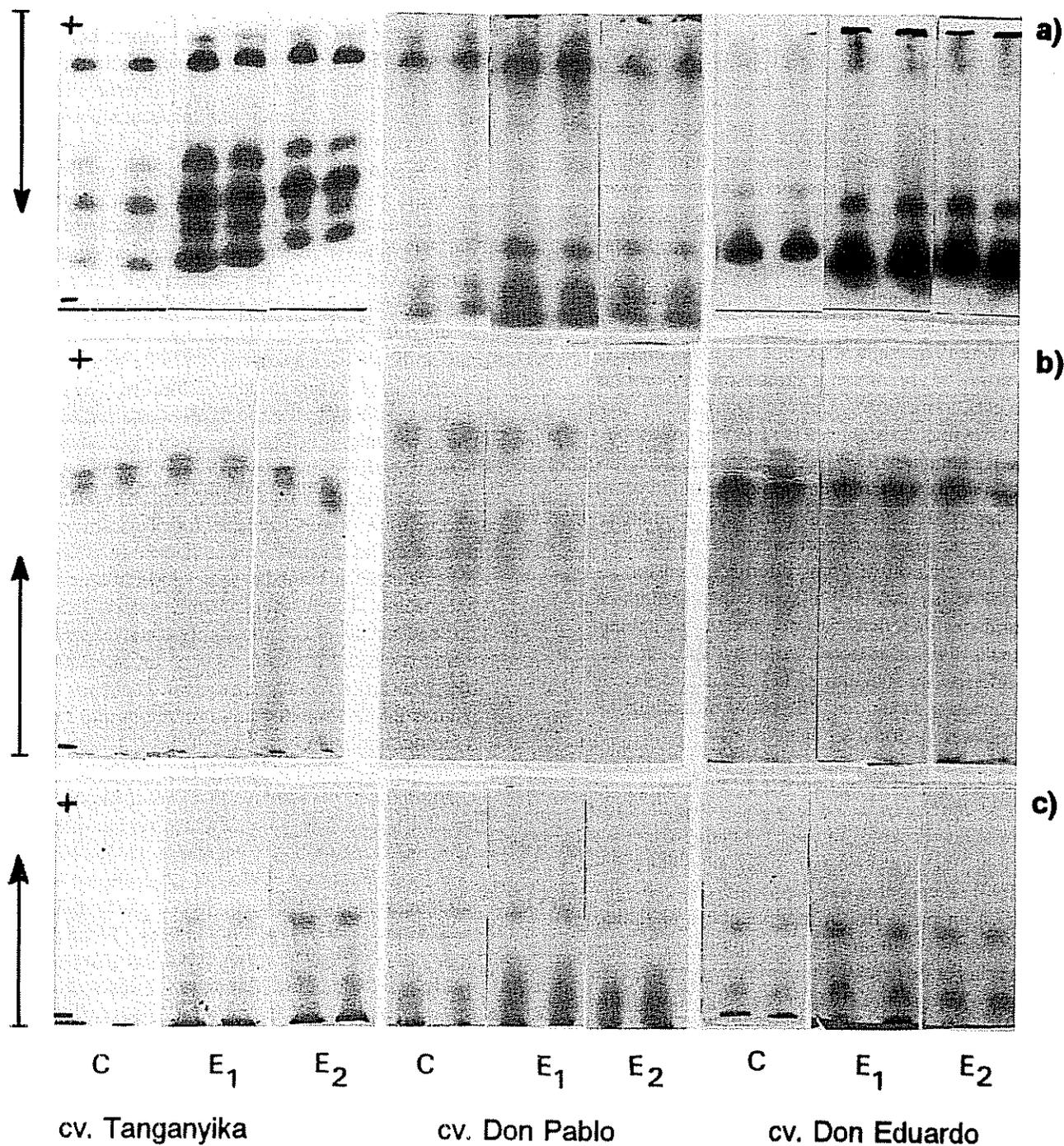


Fig. 9. Isoenzimas de peroxidasas y esterases y fosfatasa de plántulas de pasto llorón provenientes de semillas producidas en condiciones normales de riego (C) y sometidas a sequía (E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub>) para los tres cultivares; a) peroxidasas; b) esterases; c) fosfatasa.

botánicas de diferentes niveles de ploidía, dentro de una serie con número básico  $X = 10$  (Poverene *et al.* 1986; Streetman 1963; Voigt 1971; Vorster y Lieberberg 1977).

Streetman (1963) y Vorster y Lieberberg (1977) han encontrado que las plantas con bajo número cromosómico tienden a una meiosis regular, mientras que las altamente poliploides presentan meiosis anormales, con numerosas aberraciones. En las plantas normalmente regadas pertenecientes al cv. Tanganyika ( $2n = 4x$ ) se encontraron menos irregularidades en todas las fases de la meiosis que en los otros cultivares. Al incrementarse la severidad del estrés hídrico, aumentaron las aberraciones cromosómicas propias de cada estadio meiótico. Los cvs. Don Pablo y Don Eduardo son más resistentes a la sequía en estado vegetativo (Echenique 1977), pero un período de estrés hídrico condujo a alteraciones e inestabilidad en el proceso reproductivo. Estas plantas mostraron mejor aspecto que aquellas pertenecientes al cv. Tanganyika, pero presentaron mayores diferencias en los zimogramas de las panojas y mayores incrementos en irregularidades meióticas. Al no encontrarse células en segunda división meiótica en el cv. Tanganyika, podría inferirse un aumento en la velocidad del ciclo con las consecuencias que, en cuanto al número de irregularidades, podría traer aparejado.

En los cultivares Don Pablo y Don Eduardo, el número de células en E1 en la primera fase del proceso meiótico fue bajo, lo cual podría apoyar esta afirmación. En un trabajo previo (Echenique y Curvetto 1990) se encontró que un período de deficiencia hídrica en pasto llorón incrementaría el índice mitótico como resultado de los cambios en la frecuencia relativa de células en interfase y profase, con un marcado incremento en el índice de profase, indicando aumento en la velocidad del ciclo de división celular. Los resultados indicarían un fenómeno similar en meiosis. Los granos de polen al microscopio electrónico presentaron cambios leves en su morfología externa y reducción en su tamaño, con una disminución en la viabilidad que llegó a valores del 40% en el cv. Tanganyika. Otros autores han informado sobre la influencia de factores climáticos como altas y bajas temperaturas (Moraes-Fernandes *et al.* 1984; Utkhede y Jain 1974), luz (Moraes-Fernandes *et al.* 1984) y sequía (Moraes-Fernandes 1982; Namuco y O'Toole 1986) en la incidencia de anomalías meióticas.

Entre los factores señalados como causantes de androesterilidad se citan efectos directos de la deshi-

dratación sobre la antera o problemas nutricionales (Echenique 1987; Vasil 1967) o factores hormonales (Morgan 1980). La pérdida de turgencia de la hoja puede disparar la síntesis de AbA (Pierce y Rashcke 1980) que sería transportado subsecuentemente a la espiga (Goldbach y Goldbach 1977; Morgan 1980; Saini y Aspinall 1981). En un trabajo previo se observaron incrementos en la concentración de AbA endógeno en plantas de pasto llorón sometidas a sequía (Echenique 1987). La aplicación de AbA en forma exógena provoca cambios en los patrones isoenzimáticos de dichas plantas con incrementos en la actividad enzimática de fosfatasa ácida (Echenique *et al.* 1989). La solubilización de hidrolasas ácidas puede tener una acción destructiva y la mayoría de los efectos deletéreos del estrés podrían ser explicados por tales destrucciones (Viera Da Silva 1976). Estas dos situaciones (aumento de hidrolasas, como fosfatasa ácida, y de AbA endógeno) causarían las alteraciones observadas más que la deshidratación directa de las anteras, ya que dentro de la vaina las panojas estaban húmedas y con aspecto de completa hidratación. Los patrones isoenzimáticos de la semilla también se vieron afectados a consecuencia del estrés, así como su peso y color. En el cv. Don Pablo se encontraron más diferencias en el peso. En las plantas E2 de los tres cultivares se observó gran número de semillas poco desarrolladas.

Morgan (1980) atribuye la disminución en la producción de semilla a incrementos en los niveles de AbA endógeno en hoja y espiguilla, ya que la aplicación foliar de AbA sintético en el estadio de meiosis también reduce dicha producción y causa malformación de los granos de polen y anteras. Se ha demostrado, además, que la respuesta de las plantas al estrés hídrico es mediada por AbA a nivel de la expresión de genes específicos que inducen proteínas que podrían estar involucradas en la adaptación de las plantas al estrés (Mundy y Nam-Hai 1988). Al acumularse el AbA en las estructuras reproductivas en tales situaciones (Morgan 1980), cabría esperar que esta hormona permanezca en concentraciones elevadas en la semilla, persistiendo su efecto en las plántulas. La parte aérea y radical de las plántulas obtenidas de semillas provenientes de plantas estresadas fue de menor tamaño que en el control (fundamentalmente aquellas provenientes del tratamiento E2). Este efecto fue evidenciable ya a los cuatro días después de la germinación. Dichas plantas presentaron cambios cualitativos y cuantitativos en los tres sistemas isoenzimáticos investigados, efectos que suelen

ser mediados por AbA. Estas alteraciones de los patrones isozímicos fueron observadas en plántulas de los tres cultivares. También se sabe que la desecación prematura del embrión en desarrollo detiene la embriogénesis y altera los patrones normales de síntesis proteica. Al rehidratarse esta semilla, comienza la germinación sin haberse completado el normal desarrollo del embrión (Finkelstein *et al.* 1985).

En este trabajo pudo determinarse que un estrés severo durante el período reproductivo compromete la fertilidad de la planta, provocando alteraciones meióticas y reduciendo la viabilidad del polen. Si bien en este caso el polen no fecunda porque el pasto llorón es una especie de reproducción principalmente agámica, se requieren valores mínimos de polen viable para la producción de semilla. Los efectos de los tratamientos son evidenciados también en la progenie de las plantas tratadas, ya que las plántulas muestran alteraciones en los caracteres morfológicos y en los patrones isoenzimáticos considerados. Si bien los tres cultivares se vieron afectados, pudo evidenciarse una mayor inestabilidad en los cultivares Don Eduardo y Don Pablo.

#### LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M P. 1969. Differential staining of aborted and nonaborted pollen. *Stain Technology* 44:117-122.
- BAYLISS, M.W ; RILEY, R. 1972. An analysis of temperature-dependent asynapsis in *Triticum aestivum*. *Genetics Research* 20:193-212.
- BENNETT, M.D ; SMITH, J.B ; KEMBLE, R. 1972. The effect of temperature on meiosis and pollen development in wheat and rye. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 14:615-624.
- BINGHAM, J. 1966. Varietal response in wheat to water supply in the field, and male sterility caused by a period of drought in a glasshouse experiment. *Annals of Applied Biology* 57:365-377.
- CHANG, T T. 1964. Present knowledge of rice genetics and cytogenetics. Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute. Technical Bulletin no. 1.
- DEL DUCA, L. DE J.A.; MORAES-FERNANDES, M.J.B. 1980. Meiotic instability in some Brazilian common wheat cultivars. *Cereal Research Communication* 8:619-625.
- ECHENIQUE, C.V. 1987. Algunas claves bioquímicas, físicas y anatómicas para el estudio de la resistencia a sequía en pasto llorón, *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees. Tesis Doctoral en Biología. Bahía Blanca, Buenos Aires, Arg., Universidad Nacional del Sur. 198 p.
- ECHENIQUE, C.V.; POVERENE, M.M.; CURVETTO, N.R. 1989. Efecto del ácido abscísico y estrés hídrico sobre 3 sistemas isoenzimáticos en pasto llorón. In Reunión Latinoamericana de Fisiología Vegetal (10) Misiones, Arg., Puerto Iguazú. 8 p.
- ECHENIQUE, C.V.; CURVETTO, N.R. 1990. Effect of water stress upon cell division in root tips of *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees. *Biologia Plantarum* 32(2):153-160.
- FINKELSTEIN, R.R.; TENBARGE, K.M.; SHUMWAY, J.E.; CROUCH, M.L. 1985. Role of ABA in maturation of rapeseed embryos. *Plant Physiology* 78:630-636.
- GOLDBACH, H.; GOLDBACH, E. 1977. Abscisic acid translocation and influence of water stress on grain abscisic acid content. *Journal of Experimental Botany* 28:1342-1350.
- MAAN, S.S.; MCCRACKEN, E.V. 1968. Meiotic instability of common strains derived from *Triticum timopheevi* Zhuk crosses. *Euphytica* 17:445-450.
- MORÃES-FERNANDES, M.I. 1982. Estudo da instabilidade meiótica em cultivares de trigo: Efeito genotípico, relação com fertilidade e seleção de plantas estaveis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 17:1177-1191.
- MORÃES-FERNANDES, M.I.; ZANETTINI, M.H.B.; GUERRA, M.; DEL DUCA, L.J.A.; SERENO, M.J.C.; ZANELLA, C.C. 1984. Instabilidade cromosômica e adaptação em trigo. In Colóquio sobre Citogenética e Evolução de Plantas (1). *Actas. Janciro, U.S.P.* p. 69-110.
- MORGAN, J.M. 1980. Possible role of abscisic acid in reducing seed set in water-stressed wheat plants. *Nature* 285:655-657.
- MORGAN, J.M.; KING, R.W. 1984. Association between loss of leaf turgor, abscisic acid and seed set in two wheat cultivars. *Australian Journal of Plant Physiology* 11:143-150.
- MOSS, G.I.; DOWNEY, L.A. 1971. Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. *Crop Science* 11:368-372.
- MUNDY, J.; NAM-HAI, CHUA. 1988. Abscisic acid and water-stress induce the expression of a novel rice gene. *The EMBO Journal* 7: 2279-2286.
- NAMUCO, O.S.; O'TOOLE, J.C. 1986. Reproductive stage water stress and sterility. I. Effect of stress during meiosis. *Crop Science* 26: 317-321.
- NÚÑEZ, O. 1968. An acetic-haematoxylin squash method for small chromosomes. *Caryologia* 21:115-119.

- PIERCE, M ; RASHCKE, K. 1980 Correlation between loss of turgor and accumulation of abscisic acid in detached leaves *Planta* 148:174-182
- POVERENE, M ; GARDEY, C ; CURVETTO N.R. 1986 Estudios citogenéticos en pasto Llorón, *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees II Comportamiento meiótico *Revista UNRC* 6:67-78
- SAINI, H.S ; ASPINALL, D. 1981 Effect of water deficit on sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Annals of Botany* 48:623-633
- SOLTIS, D.E ; HAUFLE, C ; DARROW, D ; GASTONY, G. 1983. Starch gel electrophoresis of ferns: A compilation of grinding buffers, gel and electrode buffers and staining schedules *Am Fern J* 73:9-27
- STREETMAN, L.J. 1963 Reproduction of the lovegrasses, the genus *Eragrostis*: *Eragrostis chloromelas* Steud., *E. curvula* (Schrad.) Nees, *E. lehmanniana* Nees, and *E. superba* Peyr. *Wrightia A Botanical Journal* 3:41-51
- TURNER, N.C. 1981 Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil* 58:339-366
- UTKHEDE, R.S ; JAIN, H.K. 1974. Temperature induced condition of univalence in wheat *Cytologia* 39:791-799.
- VASIL, I.K. 1967 Physiology and cytology of anther development *Biological Review* 42:327-373.
- VIERA DA SILVA, J. 1976. Water stress, ultrastructure and enzymatic activity **In** *Water and Plant Life*. O.L. Lange; L. Kappen; Z.O. Schulze (Eds.). New York, Springer-Verlag p 207-224
- VOIGT, P.W. 1971 Discovery of sexuality in *Eragrostis curvula* *Crop Science* 11:424-425.
- VORSTER, I.B ; LIEBENBERG, H. 1977. Cytogenetic studies in the *Eragrostis curvula* complex *Bothalia* 12:215-221

## Reseña del libro

**SOIL BIOCHEMISTRY. 1992. G. Stotzky, Jean-Marc Bollag (Eds.). New York, M. Dekker. v. 7, 416 p.**

Este séptimo volumen, como los anteriores, familiariza a los lectores sobre varios aspectos novedosos de la bioquímica de suelos.

El rápido desarrollo y actividad actual de los procesos en la bioquímica se deben a la preocupación sobre su efecto en la salud ambiental del suelo. Sin duda alguna, cada año se introducen más sustancias químicas, tanto orgánicas como inorgánicas en los suelos, sea para fomentar la degradación de estas sustancias, sea para fomentar la fertilidad. Es necesario lograr una mejor comprensión de los procesos bioquímicos en los suelos.

En este volumen se discuten numerosos tópicos que incluyen los últimos adelantos acerca del entendimiento de la bioquímica del azufre en suelos, de los procesos referentes a la formación de humus en

condiciones templadas, del comportamiento de hongos nematófagos, de la aplicación de técnicas moleculares a la bioquímica de suelos, de la extracción de enzimas de suelos, de los factores que afectan el movimiento de microorganismos en suelos y su interacción con los minerales.

Los autores de los diversos capítulos son reconocidos internacionalmente; y su lectura requiere un adecuado conocimiento de la bioquímica y la microbiología de suelos. Se incluyen amplias bibliografías que permitirán una mayor profundización en los nuevos campos discutidos en esta publicación.

Se recomienda para los investigadores de la ecología y agrónomos interesados en la bioquímica del suelo

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA