

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 34

TRIMESTRE JULIO-SETIEMBRE 1984

NUMERO 3

CODEN: TURRAB 34(3)261-404

<i>Evolución estacional de nutrimentos en Pinus radiata D. Don en Chile (en español)</i> I Vidal, R. Ferrada, E. Riquelme	261
<i>Crecimiento y desarrollo de varios genotipos de yuca (Manihot esculenta Crantz) bajo sombra de plantaciones de coco (en inglés)</i> T. Ramanujam, G. Muraleedharan, N. P. Indira	267
<i>Meloidogyne salasi sp. n. (Nematoda: Meloidogynidae), un nuevo parásito del arroz (Oryza sativa L.) en Costa Rica y Panamá (en inglés)</i> R. López	275
<i>Efecto de la época de cosecha y del sistema de almacenamiento en la calidad de la semilla de papa (Solanum tuberosum L.) (en inglés)</i> D. O. Caldiiz, F. K. Claver, A. Escande	287
<i>Competencia entre aniones orgánicos (malato y oxalato) con ortofosfato por los sitios de adsorción en suelos tropicales (en español)</i> D. López-Hernández, J. V. Rodríguez, G. Siegert	291
<i>Entomofauna asociada a Passiflora mollissima, P. edulis f. flavicarpa y P. quadrangularis en el Departamento del Valle del Cauca (en español)</i> P. Chacón, M. Rojas	297
<i>Situación, crecimiento y desarrollo de plantaciones de pino hondureño sin manejo en Puerto Rico (en inglés)</i> L. H. Liegel	313
<i>Cambios históricos en la cobertura forestal de Costa Rica (en inglés)</i> R. M. Keogh	325
<i>Época de ataque de Acanthoscelides obtectus (Say, 1813) a la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de campo (en portugués)</i> L. A. Menten, J. O. Menten	333
<i>Aumentos en la eficiencia de uso de nitrógeno aplicado al suelo (en inglés)</i> C. R. Obatolu	337
<i>Efecto de remover las brácteas y las penúltimas hojas sobre el desarrollo de la espiga de pimienta negra (Piper nigrum L.) (en inglés)</i> P. H. Kumar, C. Sreedharan	343
<i>Actividad citoquinina y efecto de la nutrición nitrogenada en el desarrollo de raíces tuberosas de Ipomoea batatas (en español)</i> D. Pérez	347
<i>Isotermas de adsorción de fósforo en sedimentos del Estuario de Maracaibo ("Lago de Maracaibo") (en español)</i> D. López-Hernández, F. Rondono, T. Herrera	353
<i>Broca del banano Cosmopolites sordidus (Germ. 1824) (Coleoptera: Curculionidae) (en portugués)</i> R. J. Arleu, S. S. Neto	359
<i>Efecto de blasticidin en el control del virus del mosaico del tabaco (en español)</i> M. Carvajal	369
<i>Tablas de volumen para Eucalyptus camaldulensis en Nicaragua (en español)</i> L. A. Ugalde, A. Otárola	377
<i>Comunicaciones</i>	385
<i>Efecto del cicocel sobre plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) (en inglés)</i> D. Balasimha, N. Subramonian	385
<i>Comparación de índices de contenido de agua foliar en hojas de hortalizas tropicales (Celosia argentea L. y Amaranthus dubius Mart. ex Thell.) (en inglés)</i> F. O. Adedeji	387
<i>Cambios en el balance hormonal de plántulas de Cajanus cajan L. creciendo bajo condiciones de salinidad (en inglés)</i> K. V. Ramana Rao, S. V. Prasad, G. Rajeswara Rao	391
<i>Aluminio activo en suelos derivados de cenizas volcánicas de Costa Rica y Guatemala (en español)</i> A. Alvarado	396
<i>Notas y comentarios</i>	384
<i>Publicaciones</i>	274
<i>Reseña de libros</i>	331, 342, 346, 352, 367, 399



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

I VIDAL*
R FERRADA*
E RIQUELME*

Summary

The seasonal variation of N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Mn, Fe y Zn was studied in a 6 years old stand of Pinus radiata D Don. According to the variability of the elements the sampling period was important for K, Ca, Zn, Fe and Mn and less important for N, P, Mg and Na. On the other hand, the sampling period seems to have any influence on Cu. The stability period occurs at different times for each nutrient. However there were two typical stages recommended as tentative sampling periods: 1) 15 to 42 days after pollinization (since August 20 to September 20) the macronutrients, Cu and Na remain stable, and 2) 70 to 112 days after pollinization (since October 15 to November 30) when no change has been observed for the micronutrients as well as Ca and K.

Introducción

En los últimos 8 años se han plantado en Chile un total de 635 000 ha de *Pinus radiata* D. Don, de las cuales el 40% se concentran en la Región VIII (2). En un importante porcentaje de estas plantaciones se aprecian daños fenotípicos, característicos de deficiencias nutricionales, especialmente de nitrógeno, fósforo, cobre y boro, lo cual se materializa en la pérdida del valor económico del bosque (1, 11).

En la literatura mundial hay muy pocos antecedentes sobre la nutrición de esta especie, ya que tiene importancia principalmente en Nueva Zelanda, África del Sur, Australia y Chile. Aún más, los escasos datos que existen no pueden ser aplicados ventajosamente, por las características tan especiales de desarrollo que posee esta especie en Chile. Por ello, se hace necesario estudiar, en su nicho ecológico, el comportamiento nutricional de esta especie.

La técnica más usada para el diagnóstico nutricional y para predecir respuesta a la fertilización en cultivos perennes arbóreos, es el análisis foliar. Los traba-

jos que existen sobre la nutrición del *P. radiata* D. Don en Chile y que usan como método de diagnóstico el análisis foliar, se han hecho preferentemente en viveros (3, 5, 12, 13, 14, 18) y, por consiguiente, no son extrapolables a plantaciones adultas.

La época de muestreo es importante en el análisis de tejidos, como también para el establecimiento de niveles críticos de los distintos elementos que servirán para diagnosticar el estado nutricional de una especie. Diversos autores (4, 12, 17, 20), han propuesto épocas de muestreo, considerando para ello los períodos en que la mayoría de los elementos presentan una mínima variación. De acuerdo a lo señalado por Chapman (4), este período ocurre entre principios y mediados de verano en la mayoría de las especies frutales.

Kosche (12), al estudiar el estado nutricional de las plántulas de *P. radiata* D. Don en viveros, recomienda la recolección de muestras en los meses de abril y mayo. Mead y Will (15), para las condiciones de Nueva Zelanda, proponen para plantas adultas un período de muestreo entre los meses de enero y marzo. Knight (9, 10), bajo estas mismas condiciones edafoclimáticas, encontró variaciones del orden de 9.4 a 31.5% para los diferentes elementos estudiados durante el período vegetativo del *P. radiata* D. Don y señala que es importante estudiar las variaciones de año en año de cada nutriente con el fin

¹ Recibido para publicación el 29 de agosto de 1983.

* Departamento de Agronomía, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

de ajustar el procedimiento de muestreo y la interpretación de los análisis foliares

El presente trabajo tiene como objetivos: a) conocer la variación normal anual del contenido de nutrientes minerales en una plantación de *P. radiata* D Don y b) determinar la mejor época de muestreo para propósitos de diagnóstico nutricional.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una plantación de *P. radiata* D Don de 6 años de edad, de buen vigor y con un adecuado nivel de manejo, situada a 15 km de Chillán, Región VIII (36° 42' de latitud sur y 72° 04' de longitud oeste y a 125 m s n m.)

Se eligieron cuatro parcelas representativas de 10 x 8 m, que se emplearon como repeticiones en el análisis estadístico de los resultados. Cada parcela estaba constituida por 20 árboles

La plantación se encuentra ubicada en un suelo perteneciente a la serie Collipulli y clasificado como Udic Rhodustalf (21), originado a partir de un conglomerado volcánico relativamente antiguo y altamente descompuesto de andesita y basalto. Son suelos de posición intermedia, ondulados a quebrados, susceptibles a erosión severa, con drenaje externo rápido e interno medio. Se efectuó un análisis químico de perfil, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 1.

De cada parcela se obtuvieron muestras foliares cada 15 días, aproximadamente, durante el período comprendido entre junio de 1980 a abril de 1981. Los muestreos se efectuaron recolectando acículas apicales del tercio superior de la copa. Cada muestra era puesta en bolsas de polietileno debidamente rotuladas y sometidas posteriormente al proceso de lavado, secado, molienda y análisis.

El nitrógeno se determinó por el método Kjeldahl y el resto de los elementos se extrajeron mediante

digestión ácida (nitro-perclórica). En el extracto se determinó fósforo por colorimetría, potasio y sodio por fotometría de llama. Las determinaciones de calcio, magnesio, cobre, manganeso, hierro y cinc, se realizaron en el mismo digestado nitro-perclórico mediante espectrofotometría de absorción atómica.

Resultados y discusión

Variabilidad de los elementos

En el Cuadro 2 se presentan los coeficientes de variación de los diferentes elementos estudiados. Se observa que el ámbito de variación es de 4 a 35%, presentando los menores valores el N, P, Mg y Cu, en tanto que el K, Ca, Fe, Zn, Mn y Na muestran valores superiores al 16%. Esta variabilidad, asociada a las fechas de muestreo, indica que es necesario contar con las curvas de evolución estacional para las diferentes condiciones edafoclimáticas en que se plante el *P. radiata* D Don, con el propósito de estandarizar la época de muestreo.

Se infiere que es de particular importancia la época de recolección de la muestra foliar en el caso del Ca, Zn, Fe, Mn y K y de mediana importancia para N, P, Mg y Na. En tanto que para el Cu, la época de muestreo parece no tener mayor influencia.

Estos valores de variabilidad concuerdan con lo informado por Knight (9) y Mead y Will (15) para el *P. radiata* D Don, en Nueva Zelanda, como así también con estudios realizados en otras especies (8, 17).

Evolución estacional

La evolución estacional del N, P, K, Ca y Mg se indican en la Figura 1. A partir de ella se infiere que la evolución de estos macronutrientes tiende a incrementarse entre los 30 a 60 días después de la polinización (setiembre-octubre), siendo más acusada esta tendencia para P, K y Mg. Alrededor de

Cuadro 1. Características químicas del suelo empleado (promedio de 3 determinaciones).

Profund. cm	pH H ₂ O 1:2.5	M.O. %	N-NO ₃ ⁻ ppm	P Olsen ppm	K Ca Mg		
					meq/100 g de suelo		
0-5	5.7	3.4	17.5	3.0	0.68	3.75	1.50
5-15	5.3	2.2	6.0	4.0	0.38	3.95	1.82
15-25	5.3	1.7	5.3	2.6	0.28	4.10	2.26
25-35	5.7	0.8	5.5	2.0	0.20	2.63	1.07
35-80	5.1	0.4	3.8	1.1	0.10	4.00	1.92

Cuadro 2. Coeficientes de variación (C.V.) de los elementos estudiados.

Elemento	C.V. %	Elemento	C.V. %
Nitrógeno	8.5	Cobre	4.0
Fósforo	12.0	Hierro	23.6
Potasio	21.6	Cinc	30.3
Calcio	35.6	Manganeso	22.0
Magnesio	15.6	Sodio	16.0

los 90 días de la polinización (noviembre), se produce una reducción importante en el contenido mineral. Este descenso, sin embargo, es menos prolongado para Ca y Mg, los cuales aumentan posteriormente, hasta alcanzar los máximos valores de todo el ciclo al final del período.

El comportamiento general de los macronutrientes, se podría explicar porque en setiembre el *P. radiata* D. Don sale de su receso incrementa los niveles foliares. En noviembre, sin embargo, hay un rápido crecimiento vegetativo, lo que causa un descenso en

el contenido mineral de la planta, debido a un fenómeno de dilución. El comportamiento del Ca y Mg al final del ciclo es una consecuencia del envejecimiento de las acículas. Fisiológicamente, esta situación es correcta en cuanto a la tendencia (16) y se ha encontrado en especies como almendro (7, 22), *Pistachio vera* (23) y manzano (19).

De acuerdo a un análisis de correlación que se efectuó entre los distintos elementos, fue posible observar una correlación positiva y significativa ($P \leq 0.01$) entre el P y K ($r = 0.71^{**}$), P y N ($r = 0.49^*$) y Ca y Mg ($r = 0.63^{**}$). Cabe señalar que los niveles de los diferentes nutrientes estudiados estuvieron, durante todo el ciclo, sobre los patrones nutritivos óptimos recomendados por Adams (1) y Will (25).

En la Figura 2 se presentan las evoluciones estacionales de Fe, Mn, Cu, Na y Zn. Se puede observar que estos elementos muestran diferencias importantes entre las fechas de muestreo. Además, la evolución de estos nutrientes concuerdan con las encontradas por Muñoz *et al.* (17) y Childers (6) en otras especies perennes.

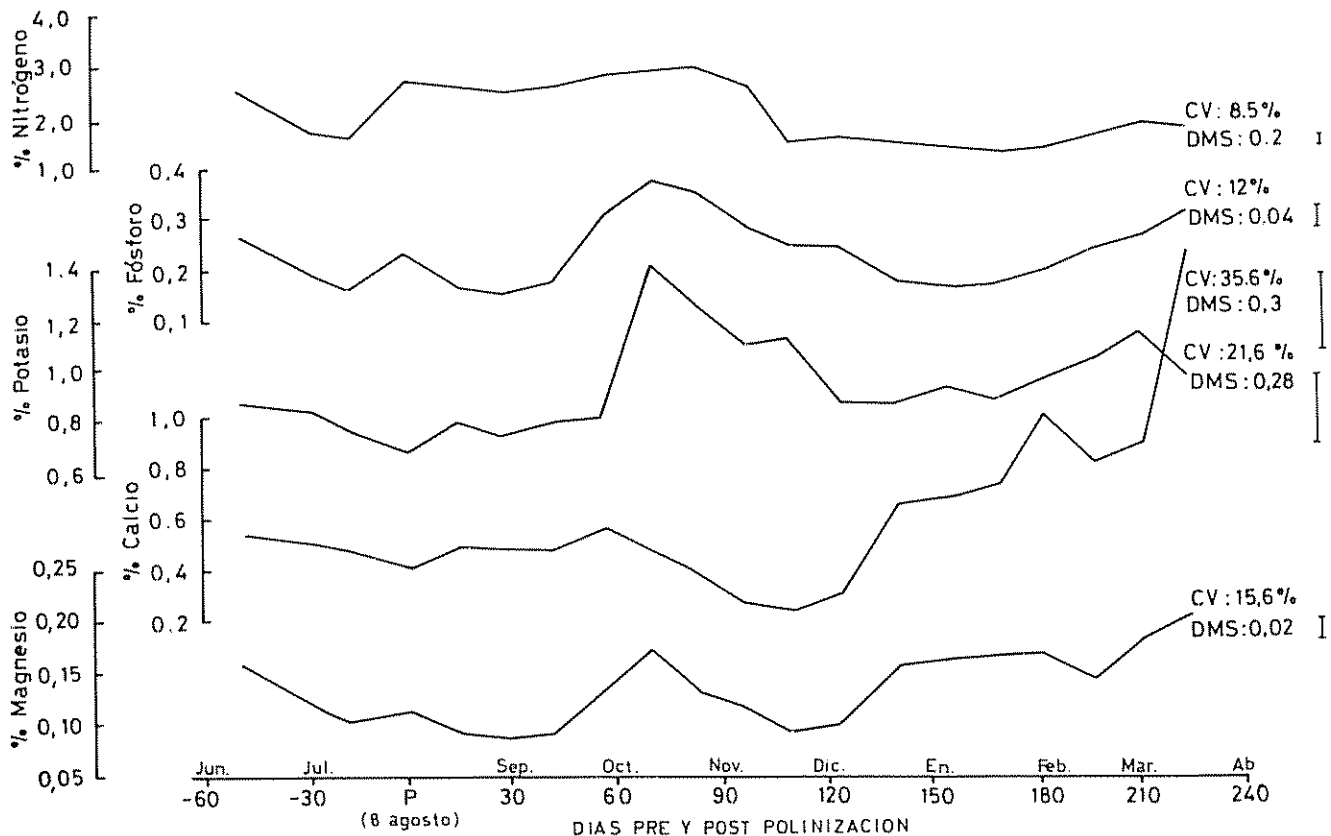


Fig. 1. Evolución estacional de macronutrientes (% materia seca) en *Pinus radiata* D. Don

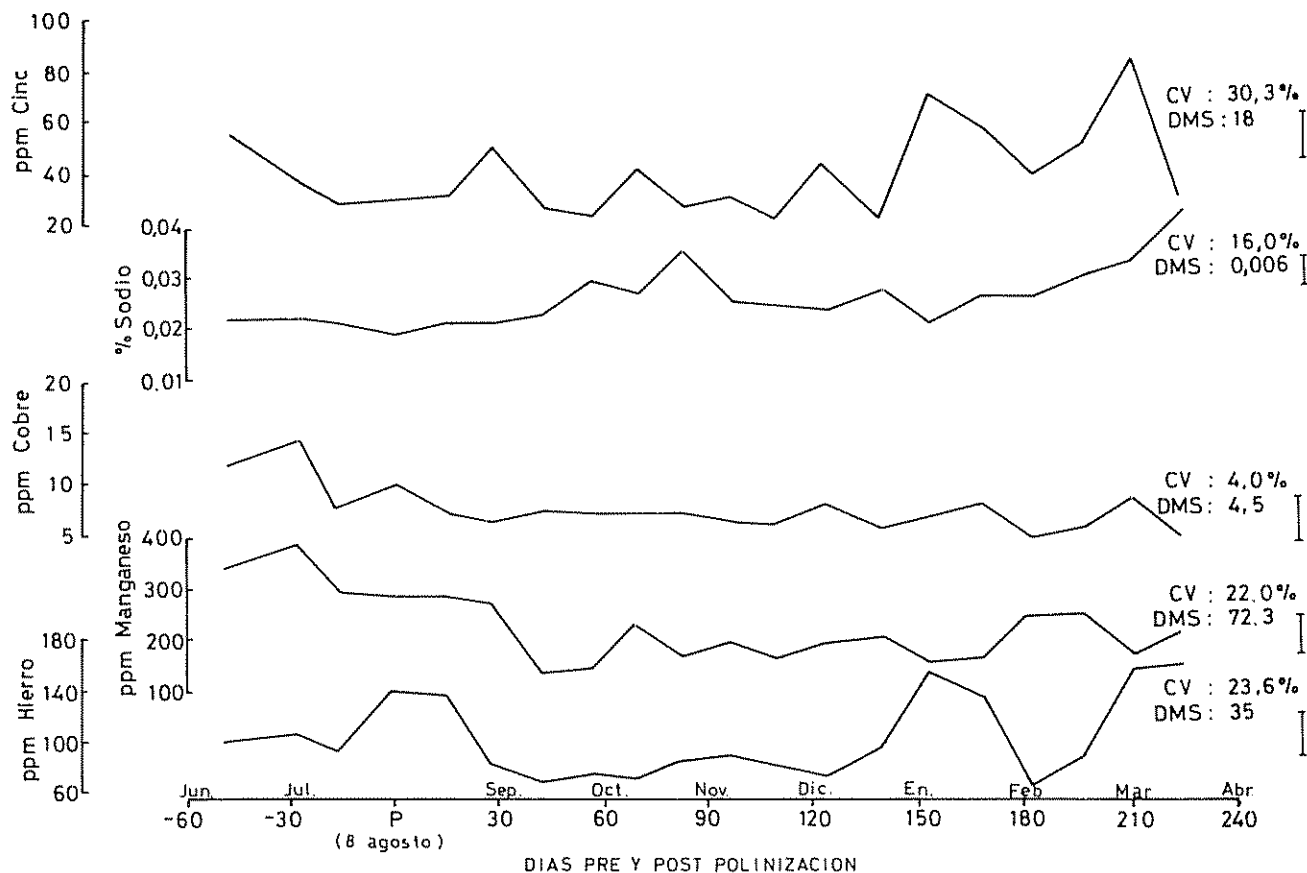


Fig. 2. Evolución estacional de micronutrientes en *Pinus radiata* D. Don.

El Fe, Mn y Zn presentan los niveles más bajos a los 42 días después de la polinización, con un aumento gradual a medida que avanza el periodo de crecimiento. Sin embargo, el Zn mostró una estacionalidad muy variable comparada con los otros microelementos. Además, se manifestó una correlación positiva y significativa ($P \leq 0.05$) entre Zn y el Fe ($r = 0.44^*$), como también entre el Fe y Mg ($r = 0.49^*$) Zn y Ca ($r = 0.52^*$).

La curva de evolución del Na muestra un incremento constante en todo el periodo, manifestando un estrecho grado de asociación con el Mg, P y K ($r = 0.68^{**}$; 0.55^{**} y 0.50^* , respectivamente).

El Cu varió dentro de ámbitos muy estrechos y casi no presentó diferencias significativas entre las fechas consideradas, manteniéndose relativamente estable durante el periodo de estudios, esto concuerda con lo reportado por Kosche (12) en esta especie.

Al igual que los elementos mayores, los micronutrientes estuvieron durante todo el periodo

de estudio por sobre el nivel satisfactorio considerado por Will (25).

Período de estabilización de nutrientes

En la Figura 3 se indican los periodos de estabilidad para los diez elementos estudiados, considerando como estabilidad, cuando no había diferencia significativa al nivel ($P \leq 0.05$) entre las diferentes fechas de muestreo.

Se observa que no existe un periodo en que la estabilidad de todos los nutrientes coinciden. Sin embargo, se manifiestan dos fases características, la primera aproximadamente desde el 20 de agosto al 20 de setiembre (15 a 42 días después de la polinización) y la segunda fase desde el 15 de octubre al 30 de noviembre (70 a 112 días después de la polinización). En el primer periodo permanecen estables todos los macronutrientes además del Cu y Na. En tanto que en el segundo periodo, se produce una estabilidad de los micronutrientes como también del Ca y K.

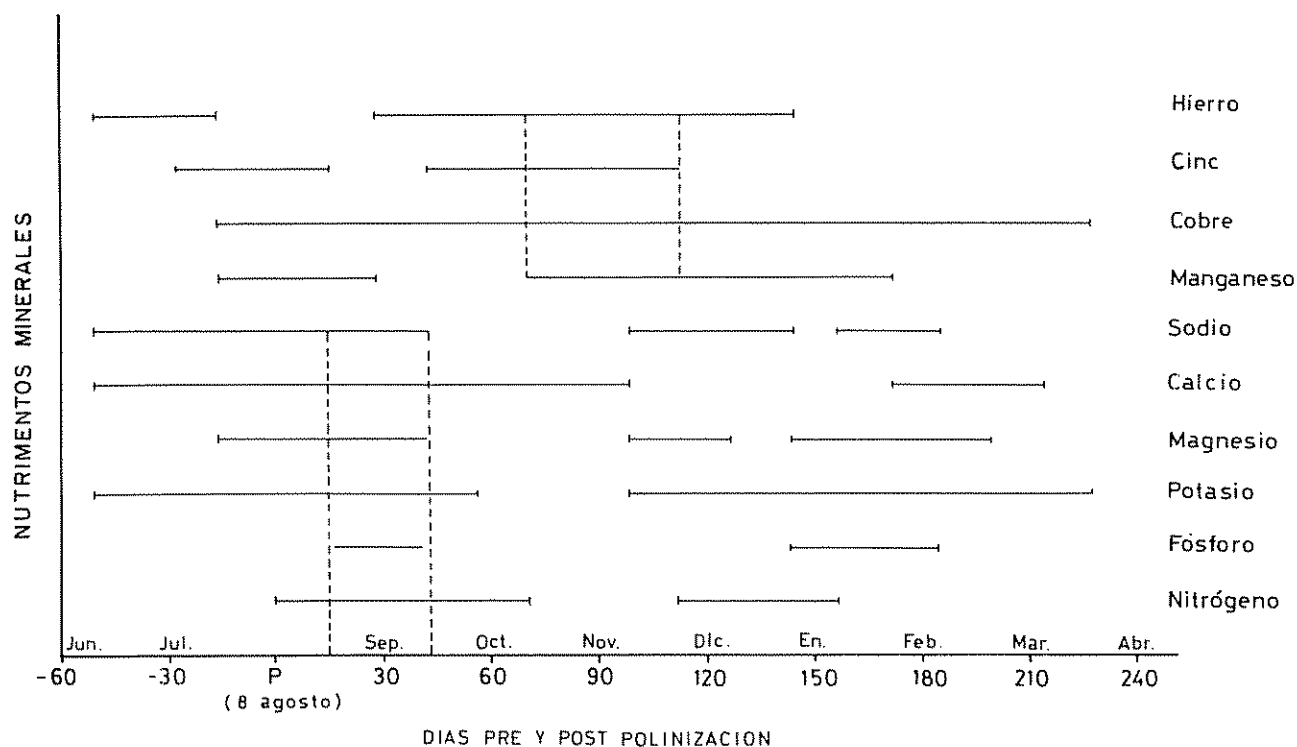


Fig. 3. Períodos de estabilidad de los nutrientes minerales en *Pinus radiata* D. Don

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en Nueva Zelandia por Van den Driessche (24) y Mead y Will (15), quienes encontraron mayor estabilidad entre los meses de enero y marzo y proponen esta época para propósito de muestreo foliar en *Pinus radiata* D. Don. En cambio, según Knight (9) no existe un período claro de estabilidad para la mayoría de los nutrientes, aunque para cada elemento particular si lo hubo durante el ciclo anual.

En consecuencia, para las condiciones edafoclimáticas en que se realizó este estudio, se puede recomendar como fecha tentativa de muestreo para el diagnóstico nutricional en *P. radiata* D. Don en el caso de N, P, K, Ca, Mg y Na, desde el 20 de agosto al 20 de setiembre y para Zn, Cu, Mn y Fe desde el 15 de octubre al 30 de noviembre, aproximadamente.

Resumen

En una plantación de *Pinus radiata* D. Don de 6 años de edad, se estudiaron las variaciones estacionales de N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Mn, Fe y Zn. De acuerdo a la variabilidad de los elementos, la época de muestreo es importante para K, Ca, Zn, Fe y Mn y de mediana importancia para N, P, Mg y Na; para el Cu, la época de muestreo parece no tener mayor in-

fluencia. No existe un período en que la estabilidad de todos los nutrientes coincida; sin embargo, se manifestaron dos fases características que se recomiendan como fechas tentativas de muestreo: 1) 15 a 42 días después de la polinización (20 de agosto al 20 de setiembre, aproximadamente), cuando permanecen estables los macronutrientes, además del Cu y Na y 2) 70 a 112 días después de la polinización (15 de octubre al 30 de noviembre, aproximadamente), cuando permanecen estables los micronutrientes y el Ca y K.

Literatura citada

1. ADAMS, J. A. Fertilización en plantaciones de *Pinus radiata* en Chile. Chillán, Chile, Corporación Nacional Forestal, 1978. 44 p.
2. ANALISIS DE LAS PLANTACIONES FORESTALES 1974-1981. Chile Forestal, Chile 7(75):13. 1981
3. BURSCHEL N, P. y MARTINEZ, M O Ensayo sobre la influencia de densidad y fertilización en la producción de plantas de *Pinus radiata* D. Don. Valdivia, Chile, Universidad

- Austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal Publicación Científica No 11. 1968 22 p
- 4 CHAPMAN, O Diagnostic criteria for plants and soils Div Agr. Sci University of California, USA, 1966 793 p
 - 5 CHANG O A. y TOLOZA, H T Fertilización con NPK en viveros de pino insignie (*Pinus radiata* D Don). Santiago, Chile, Universidad de Chile (Tesis de Grado), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, 1978 36 p
 - 6 CHILDERS, N F Fruit nutrition, temperate to tropical Hort. Publ Rutgers The State University, New Brunswick, New Jersey, USA, 1966. 888 p
 - 7 ESTEBAN, E ; GOMEZ, M y RECALDE, L Dinámica anual de los macronutrientes en Almendro I Primeros resultados Agrochimica 13(4-5):336-345 1969
 - 8 GIL, G S *et al* Evolución estacional de nutrientes minerales en hojas de vid (*Vitis vinifera* L.) Agricultura Técnica Chile 33(2):45-53 1973
 - 9 KNIGHT, P J. Foliar concentrations of ten mineral nutrients in nine *Pinus radiata* clones during a 15 month period. New Zealand Journal of Forestry Science 8(3): 351-368. 1978.
 - 10 KNIGHT, P J The nutrients content of *Pinus radiata* seedlings: A survey of planting stock from 17 New Zealand forest nurseries New Zealand Journal of Forestry Science 8(1): 54-69 1978.
 - 11 KONOW, H V Ensayos de corrección de carencias de cobre y boro en plantaciones de pino insignie (*Pinus radiata* D Don) (Tesis de grado) Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, 1980 161 p.
 - 12 KOSCHE P. R. Evolución estacional y movilidad interna de los nutrientes minerales en plántulas de *Pinus radiata* D Don (Tesis de grado). Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas, 1977. 32 p
 - 13 LACHICA, M ; KOSCHE, R y GONZALEZ, C El *Pinus radiata* D Don en Chile Determinación de los índices nutritivos óptimos de las plantas. Anales de Edafología y Agrobiología 3(11-12):2 141-2 157 1979.
 - 14 LOPEZ, H. J. Efectos de la fertilización nitrógeno, fósforo y potasio en tres viveros de *P. radiata* D. Don. (Tesis de grado) Santiago, Chile, Universidad de Chile. Escuela de Ingeniería Forestal, 1971. 67 p
 - 15 MEAD, D J and WILL, G M Seasonal and between tree variation in the nutrient levels in *Pinus radiata* foliage New Zealand Journal of Forestry Science 6(1):3-13 1976.
 - 16 MENGEL, K and KIRKBY, E Principles of plant nutrition International Potash Institute Bern/Switzerland, 3rd Edition, 1982. 593 p
 - 17 MUÑOZ, C. *et al* Evolución de nutrientes minerales en hojas de tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil). Agricultura Técnica, Chile 38(2): 61-65 1978
 - 18 PACHECO, L. Estudio de la nutrición mineral en plántulas de pino (*Pinus radiata* D Don). Periodo crítico de adaptación (Tesis de grado). Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas, 1977. 20 p
 - 19 PIJOAN, J L'Index végétatif (I.V.) dans le domaine de la fruticulture et la dynamique des valeurs pendant le cycle végétatif. 4th International Collaboration of Plant Nutrition Proceedings 11:187-198. 1976
 - 20 RODRIGUEZ, S J Diagnóstico foliar Principios y prácticas Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología Publicación No 13. 1974 153 p

GROWTH AND DEVELOPMENT OF CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz)
GENOTYPES UNDER SHADE IN A COCONUT GARDEN¹ /

T. RAMANUJAM*
G. MURALEEDHARAN NAIR*
P. INDIRA*

Resumen

Se estudió el crecimiento y el desarrollo de doce genotipos de yuca creciendo bajo la sombra de una plantación de coco. Bajo estas condiciones las características morfológicas que más variaron fueron la elongación entre nudos, la cantidad de hojas delgadas y la ausencia de ramificación. Secciones transversales de las hojas creciendo bajo sombra mostraron una baja acumulación de almidones en la región vascular. La mayoría del material fotosintetizado bajo sombra se empleó en la elongación de primordios, afectando el desarrollo de las raíces significativamente. Los mejores cultivares bajo sombra fueron H 165 y CI 590. Un mayor espaciamiento de la yuca en plantaciones aumenta el rendimiento de raíces.

Introduction

Crop plants differ markedly in their adaptation to light intensities. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz), an efficient convertor of solar energy, is mainly adapted to tropical climate, and its maximum yield potential could be realised only under bright sun light. Kerala is the major cassava growing State in India where the crop is grown either as sole crop or as intercrop with perennial vegetation, and the tubers form a major source of dietary carbohydrates. In spite of the poor tuber yield under shade, large scale cultivation of cassava in coconut gardens is in

vogue. With the introduction of mixed cropping systems in coconut gardens (8), developing shade tolerant varieties of cassava has received greater attention in breeding programmes. Growth and development of cassava plants grown under normal sunlight has been studied in detail (2, 4, 5, 6). However, little is known on the growth and tuberization of cassava grown in coconut gardens. Hence, attempts were made in the present study to evaluate the productivity of certain promising cultivars of cassava under shade in coconut gardens and also to identify suitable physiological parameters determining shade tolerance.

Materials and methods

Field experiments were conducted under uniform shade in a coconut garden at the Coconut Research Sub-station, Balaramapuram, Kerala Agricultural University during 1978-79 cropping season. The age of the coconut plantation was 30 years. The mean diurnal variations in solar radiation at the experimental site (open and shade) and related weather data are given in Tables 1 and 2. The mean annual rainfall was 170 to 180 cm and the soil of Balaramapuram is of a red loamy type. LI-COR 1600 steady state porometer with a quantum sensor was used to measure diurnal solar radiation or photosynthetically active radi-

¹ Received for publication on July 4, 1983.

The authors are most thankful to the Director, Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum and to the Vice-Chancellor, Kerala Agricultural University for providing facilities to carry out the work. The help of Dr. K.M. Sukumaran, Associate Professor, Coconut Research Sub-station, Balaramapuram, Kerala Agricultural University and the Assistances of Mr. V. Ravindran and Mr. C.S. Antoniswamy, Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum are gratefully acknowledged.
Publication No. 327 of Central Tuber Crops Research Institute Trivandrum

* Plant Physiologist, Junior Agronomist, Junior Plant Physiologist, CTCRI, Trivandrum - 695 017, Kerala, India.

tion (PAR). The measurements were made during the bright days and the mean values are presented in Table 1

Experiment I. Screening varieties for shade tolerance

Twelve genotypes of cassava namely M 4, H 2304, H 1687, H 1423, H 1253, H 648, H 226, H 165, H 97, H 97/2, CI 590 and CI 167, comprising released and pre-released hybrids and selections from the Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum were evaluated for their yield potential under shade. Uniform stem cuttings of 20 cm length were planted 90 cm x 90 cm apart in the interspaces of coconut palms leaving two metres around the trees (Figure 1). Recommended dosage of manure and fertilizers for both main crop (coconut: N, P₂O₅, and K₂O at 0.5, 0.32 and 1.2 kg/palm respectively) and the intercrop

(cassava: N, P₂O₅, K₂O each at 100 kg/ha) were applied. Planting of cassava was done during June 1978 and only two shoots per plant were allowed to grow and the crop was harvested by the 10th month after planting. The experiment was laid out in randomized block design with four replications, with a plot size of 5.4 m² accommodating 36 plants per plot. Observations on plant growth, dry matter distribution, leaf area index, stomatal number, specific leaf weight (SLW), crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) were recorded at monthly intervals from the first to the tenth month. All the morphological and physiological characters observed under shade were compared with the values obtained from the experiments conducted simultaneously in open area. The experiment in open field (full sun) was conducted in the same manner as the shaded by coconut, using the same spacings of 90 x 90 cm with the fertilizer dosages of 100 kg each of N, P₂O₅ and K₂O per ha. There was no source of shade around the radius of 50 m from the experimental site of the open field.

Table 1. Mean diurnal variation in solar radiation (Photosynthetically Active Radiation μ Einstein/m²/sec.) during bright days.

Environment	Time				
	8 hr	10 hr	12 hr	14 hr	16 hr
Open area	148	1 242	1 322	1 665	386
Under the coconut trees (shade)	15	148	198	249	46

Experiment II. Spacing cum topping studies in cassava under shade

The variety H 2304, released from the Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum was chosen for this study. Uniform stem cuttings were planted at three spacings namely 60 cm x 60 cm (S1); 90 cm x 90 cm (S2) and 120 x 120 cm (S3) under similar conditions as in Experiment I. Two shoots per plant were allowed to grow and the apical portion (15 cm) in each shoot was removed during the fourth month (T1), the fifth month (T2) and the sixth month

Table 2. Weather data of the experimental site during the period of investigation.

Period	Temperature °C		Rainfall (mm)	Number of rainy days	Relative humidity (%)	Hours of bright sun light
	Maximum	Minimum				
1978:						
June	29.6	23.1	191.9	13	82.5	105.1
July	29.0	22.8	175.5	12	84.5	137.7
August	28.8	22.8	161.1	16	86.5	127.1
September	30.1	23.0	67.1	9	80.5	200.3
October	30.3	23.4	89.7	7	84.5	163.9
November	30.3	22.5	722.0	10	80.0	221.3
December	31.3	23.2	52.1	4	76.0	207.7
1979:						
January	32.0	22.7	3.1	1	70.5	300.3
February	32.1	23.5	73.3	7	75.0	252.0
March	32.7	24.3	40.5	3	72.5	255.7
April	33.5	25.4	43.8	5	73.0	248.9



Fig. 1. Growth of intercropped cassava in coconut garden at the experimental site

(T3) stages of the crop. The experimental design was a randomized block design with three replications. Light transmission ratio (LTR) at canopy level was calculated at weekly intervals using the formula $LTR = I/I_0 \times 100$ where, I = light intensity at ground level and I_0 = light intensity at the top of the canopy. The light intensity at the top and bottom of cassava canopy in the coconut garden was measured with a lux meter. Growth characters were recorded at the time of harvest.

Results

Effect of shade on growth and tuberization

Establishment and sprouting of buds under shade were normal in all the cultivars. The root formation

was very fast and more number of root initials around the callus tissue were noticed under shade when compared to those cuttings planted in the open. The plant height continued to increase in all the cultivars under shade. The shoot length of the short statured type CI 590 was almost doubled under shade when compared to the open growth (Table 3). The increase in plant height under shade was mainly due to internodal elongation. However, significant varietal difference for internodal length was noticed. The genotypes H 1423 and CI 167 did not branch under shade in contrast to their profuse branching habit observed at normal light intensity. Tuber initiation in cassava is normally noticed from the third week after planting. Under shade, the process of tuberization was delayed significantly. Microscopic observation of the roots of cassava grown under shade revealed that the intensity of starch deposition was very poor in all the cultivars even after six weeks of growth. The time taken for tuber initiation under open and shade conditions was observed for the 12 cultivars with a considerable delay of tuber initiation under shade (Table 4) when compared to the open conditions.

The mean leaf area index (LAI) of the cultivars grown under shade varied from 1.90 to 2.95 and the hybrids H 165, H 2304 and H 1687 recorded significantly higher LAI over the other cultivars (Table 3). The specific leaf weight under shade ranged from 2.0 to 3.6 mg dry wt/cm² showing significant variations among the cultivars. The leaf area index showed positive relationship with specific leaf weight. The hybrids H 165 and H 2304, which are broad leaf type, recorded higher values of LAI and SLW. Photosynthetic efficiency of the cultivars under shade was

Table 3. Variations in morphological and physiological characters among cassava genotypes grown under shade.

Cultivars	Plant height cm	Internodal length cm	SLW mg/cm ²	LAI	NAR mg/dm ² /day	Dry matter distribution			Tuber number per plant
						Shoot	Tuber	Shoot:tuber	
M 4	273 (201)	3.4	2.8	2.14	16.76	242.0	60.0	1:0.25	2
H 2304	233 (196)	2.4	3.6	2.94	22.10	398.4	238.4	1:0.60	5
H 1687	245 (190)	2.9	3.1	2.83	34.70	346.4	182.0	1:0.53	5
H 1423	265 (136)	4.2	2.4	2.19	12.00	306.4	138.0	1:0.45	3
H 1253	215 (160)	3.6	3.2	2.64	9.35	254.4	76.0	1:0.30	3
H 648	240 (190)	3.6	3.4	2.00	13.35	256.0	116.0	1:0.45	4
H 226	280 (230)	4.3	3.0	2.41	15.65	271.1	112.0	1:0.41	4
H 165	240 (195)	3.8	3.4	2.95	35.05	339.2	240.0	1:0.71	6
H 97	270 (215)	4.7	2.2	1.96	27.63	155.6	75.0	1:0.48	3
H 97/2	280 (220)	3.2	3.2	2.51	23.85	419.0	260.0	1:0.62	4
CI 590	285 (145)	3.8	3.4	2.34	28.80	379.6	230.0	1:0.61	6
CI 167	223 (141)	2.6	2.0	1.90	13.55	176.0	78.0	1:0.44	4
CD 5%	38.6	0.96	0.66	0.39	4.44	75.9	65.7	-	1.8

The values given in the parentheses are the height of the plants grown under full sunlight (open).

Table 4. Time taken for tuber initiation in cassava grown under shade and open area.

Cultivar	Time taken for tuber initiation in days after planting	
	Open	Shade
M 4	28	50
H 2304	28	54
H 1687	28	51
H 1423	30	50
H 1253	27	50
H 648	29	51
H 226	27	50
H 165	26	48
H 97	28	50
H 97/2	26	45
CI 590	29	52
CI 167	28	48

evaluated based on the net assimilation rate and crop growth rate. Significant differences were noticed among the cultivars with respect to these two parameters (Tables 3 and 5). Total biomass production and partitioning of the dry matter between shoot and tuber also showed significant differences among the cultivars tested (Table 3). The cultivars H 97/2, H 165, CI 590 and H 2304 accumulated more dry matter in tuber when compared to other cultivars at low light. The sink capacity under shade, was poor for all the cultivars when compared to open condition. The yield reduction of the varieties due to shade effect ranged from 65 to 94 per cent. Among the cultivars tested, the tuber yield in H 165 (Figure 2) was maximum, which is about 1/3 of its normal yield.

The ratio of dry matter accumulated in tuber to that of shoot was also high in H 165 under shade when compared to other cultivars (Table 3), showing its tendency for adaptation to shaded area. The mean values of the twelve cultivars on various growth characters under shade were compared with the values obtained from the parallel experiment conducted in the open (Table 6).

Effect of spacing cum topping on yield of cassava in a coconut garden

The plants were taller under wider spacing. The girth of the stem was also longer (6.7 cm) under wider spacing than that of closer spacing (5.7 cm), indicating more dry matter production and accumulation under shade when the plant density was reduced. Leaf area index was significantly higher in closer spacing. However, higher LAI caused mutual shading as evident from lower light transmission ratio and dry matter production. The light transmission ratio for canopy photosynthesis was 49 per cent at closer spacing and 54 to 68 per cent at wider spacings. Under shade, removal of apical shoots did not cause any significant effect on yield, while the spacing of 120 cm x 120 cm increased the tuber yield significantly (Table 7).

Discussion

Experimental evidences showed that the plants grown at high light intensity have a different leaf morphology than those grown at low light intensity. By evaluating the sun and shade adapted species of higher plants, Björkman (1) and Noble (9) concluded that shade plants in their native habitat often have

Table 5. Crop growth rate and yield of cassava genotypes grown under shade and open condition.

Cultivar	Crop growth rate g/m ² /day (dry wt.)		Tuber yield g/plant (fresh wt.)		Yield reduction %
	Open	Shade	Open	Shade	
M 4	5.06	1.11	2 000	160	92
H 2304	6.40	2.61	2 500	506	79
H 1687	5.62	2.17	2 410	483	80
H 1423	4.81	1.83	2 060	206	90
H 1253	5.30	1.49	1 930	366	81
H 648	5.29	1.12	2 300	283	88
H 226	5.17	1.58	2 450	393	84
H 165	6.02	2.38	2 500	800	68
H 97	6.49	1.07	2 600	170	94
H 97/2	4.73	2.79	2 170	500	77
CI 590	3.44	2.92	2 000	700	65
CI 167	5.00	1.04	1 840	184	90

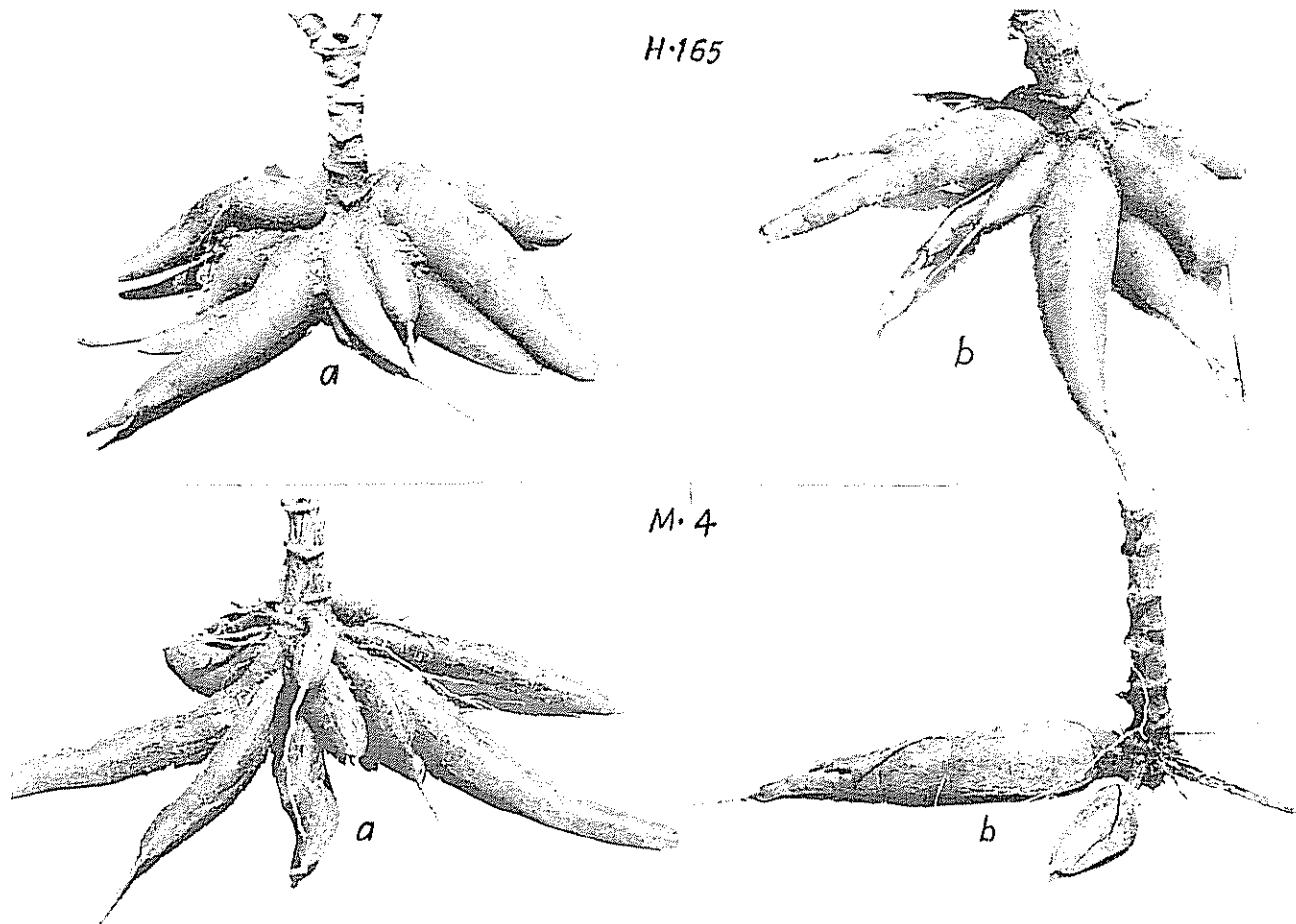


Fig. 2. Tuber growth of H-165 and M-4 in full sunlight (a) and under shade in coconut garden (b) showing varietal differences for adaptation to shade

Table 6. Comparison of growth parameters of cassava grown under shade and open area (mean of 12 cultivars).

Characters	Open	Shade
Plant height (cm)	185	254
Internodal length (cm)	1.6	3.5
Leaf area index	2.19	2.40
Specific leaf weight (mg/cm ² /dry wt.)	5.6	3.0
Net assimilation rate (mg/dm ² /day dry wt.)	48.8	21.1
Crop growth rate (g/m ² /day dry wt.)	5.3	1.8
Stomatal count (450 X)	17.1	10.2

thin leaves with higher chlorophyll content per unit leaf weight than do sun species. Further investigation by Crookston *et al.* (3) suggested that high light causes stronger development of palisade and spongy mesophyll tissues resulting in thicker leaves. These

reports supported the present observations that cassava leaves grown under shade were thinner and their specific leaf weights were significantly reduced as the light intensity available at canopy level was very low when compared to open area (Table 1)

Under shade, the internodal length increased significantly due to cell elongation as the plants have to compete with coconut palms for light energy. Branching in cassava was mainly considered as a genetical factor. Absence of branching as observed in the present study under low light is a clear evidence to prove that branching is also influenced by environmental factors and that the hormonal balance is altered under low light. Tuberculation of cassava in coconut garden was poor, as seen from less number of tubers per plant (Table 3), although varietal differences existed. Tuber differentiation is mainly under hormonal and genetical control. Occurrence of microorganisms producing indole acetic acid and gibberellin-like substances in the rhizosphere of coconut

Table 7. Effect of spacing cum topping on plant height, leaf area index and tuber yield of H 2304 under shade in coconut garden.

Treatment	Control	T ₁	T ₂	T ₃	Mean	SE	CD (5%)
Plant height (cm)							
S ₁	198	208	243	211	215	7.42	NS
S ₂	249	243	214	253	240	—	—
S ₃	278	271	291	240	270	—	—
Mean	242	241	249	235	—	—	—
SE 6.42							
CD (5%) 18.85							
Leaf area index							
S ₁	2.50	2.55	3.23	2.72	2.75	0.21	NS
S ₂	1.83	1.48	1.45	1.73	1.62	—	—
S ₃	1.29	1.18	1.19	1.20	1.20	—	—
Mean	1.87	1.74	1.96	1.88	—	—	—
SE 0.18							
CD (5%) 0.53							
Tuber yield g/plant							
S ₁	118	128	87	154	122	22.50	NS
S ₂	246	192	371	197	252	—	—
S ₃	563	463	288	292	402	—	—
Mean	309	263	249	214	—	—	—
SE 19.49							
CD (5%) 57.16							

S₁, S₂ and S₃ are spacings of 60 cm x 60 cm; 90 cm x 90 cm and 120 cm x 120 cm respectively. T₁, T₂ and T₃ are topping treatments given at 4th, 5th and 6th month respectively.

trees has been reported by Nair and Rao (7). As the tuberization of cassava in coconut garden was reduced significantly, further investigations for the isolation of inhibiting substances around the root zone of coconut trees and their effect on tuberization are worth contemplation.

Productivity of cassava is mainly controlled by optimum leaf area index and proper sink capacity to accept the photosynthesis. Leaf area index of a variety is largely associated with leaf life (longevity of individual leaf), size of individual leaf and rate of new leaf formation. Due to longer leaf life the number of leaves retained at any stage of the crop in all the cultivars under shade were significantly higher resulting higher LAI. However, the crop growth rate (Figure 3) and net assimilation rate of cassava grown under shade were reduced significantly when compared to those plants grown under normal light. The cross section of the leaves grown under shade showed poor

starch deposition in the vascular region demonstrating lower rate of photosynthesis compared to those leaves grown in normal light (Figure 4). Accumulation of starch grain during day time in normally lighted leaves is an indication for higher rate of photosynthesis. Reduction in stomatal count observed in the leaves of cassava grown under shade (Table 6) would also affect CO₂ uptake. Crookston *et al* (3) recorded 48 per cent increase in stomatal resistance to CO₂ diffusion in shaded bean leaves which showed lower stomatal frequency.

The dry matter accumulated in shoots of sun and shade grown cassava plants was on par with each other (Figure 5) while marked difference was noticed for dry matter accumulated in tuber. Most of the photosynthates of shade grown cassava plants were utilised for shoot growth affecting tuber growth significantly. Though the sink size under shade was poor when compared to normal light, varietal differ-

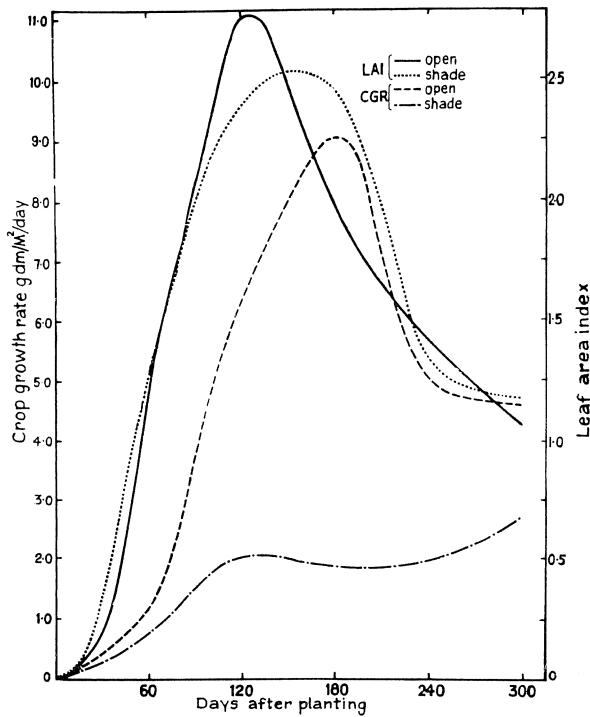


Fig. 3. Leaf area index and crop growth rate of cassava grown under shade in coconut garden and in open area (mean of 12 cultivars).

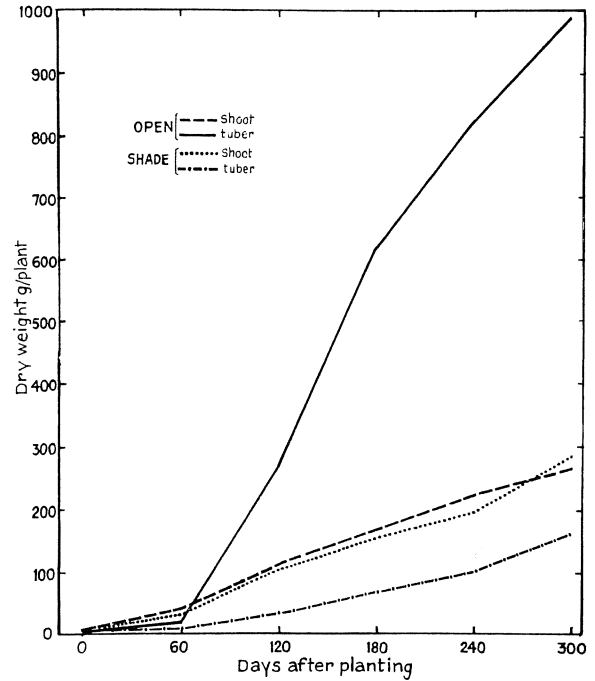


Fig. 5. Dry matter distribution between shoot and tubers of cassava plants grown under shade in coconut garden and in open area (mean of 12 cultivars).

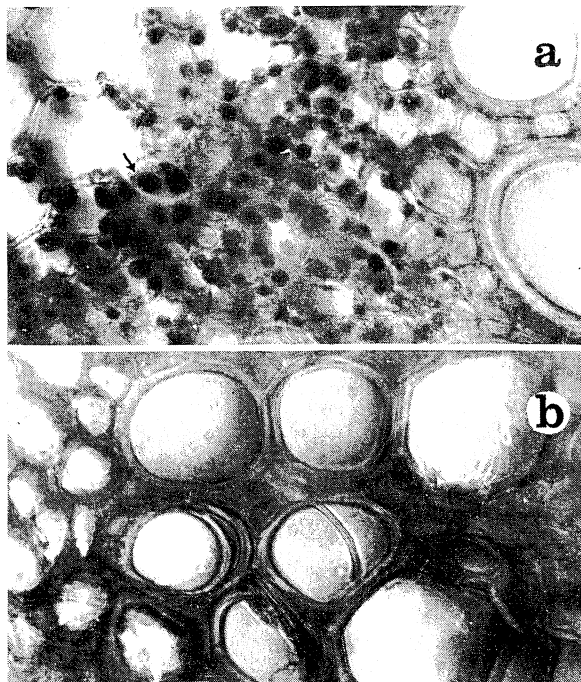


Fig. 4. Transverse section of leaf grown in full sunlight (a) and under the shade (b) showing presence and absence of starch grains in the vascular region (indicated by arrow) during the day time (Magnified 450 x).

ence for tuber yield under shade was noticed showing the tendency for adaptation to shade. The present work suggested that rate of photosynthesis and tuberization limit the productivity of cassava grown in coconut garden. It is concluded that specific leaf weight, stomatal number, diffusive resistance, crop growth rate and tuber bulking rate can be considered as suitable selection indices while screening varieties for shade tolerance.

Summary

The growth and development of twelve cassava genotypes were studied under the shade in a coconut garden. Internodal elongation, thin leaves and absence of branching were the most significant morphological changes noticed under shade. Cross section of leaves grown under shade showed poor starch deposition in vascular region. Most of the photosynthates of shade grown cassava were utilized for shoot growth affecting tuber development significantly. The cultivars H 165 and CI 590 recorded higher yield under shade when compared to other cultivars. Wider spacings of cassava in coconut garden resulted in higher tuber yield.

Literature cited

- 1 BJORKMAN, O. Carboxydismutase activity in shade adapted and sun adapted species of higher plants *Physiologia Plantarum* 21:1-10 1968
- 2 COCK, J. H., FRANKLIN, D., SANDOVAL, G. and JURI, P. Ideal cassava plant for maximum yield *Crop Science* 19:271-279 1979
- 3 CROOKSTON, R. K., THEHARNE, K. J., LUDFORD, P. and OZBUN, J. L. Response of beans to shading *Crop Science* 15:412-416 1975
- 4 ENYI, B. A. C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities *Journal of Agricultural Sciences (UK)* 81:15-28 1973
- 5 HUNT, L. A., WHOLEY, D. W. and COCK, J. H. Growth Physiology of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) *Field Crop Abstracts* 30:77-91 1977.
- 6 INDIRA, P. and SINHA, S. K. Studies on the initiation and development of tubers in *Manihot esculenta* Crantz *Indian Journal of Plant Physiology* 13:24-39 1970.
- 7 NAIR, S. K. and SUBBA RAO, N. S. Microbiology of the root region of coconut and cacao under mixed cropping. *Plant and soil* 46:511-519 1977
- 8 NELLIAT, E. V., GOPALASUNDARAM, P., THOMAS VARGUESE, P. and SIVARAMAN, K. V. Mixed Cropping in Coconut. In Multiple cropping in coconut and arecanut garden. Central Plantation Crops Research Institute, Kasaragod, India. Technical Bulletin No. 3, 1979 pp 28-34
- 9 NOBEL, P. S. Photosynthetic rates of sun versus shade leaves of *Hyptisemorvi* Torr *Plant Physiology* 58:218-223 1976

Publicaciones

Problemas de campo en arrozales del Trópico

El IRRI ha publicado una edición revisada (1983) de un libro de bolsillo (primera edición 1970), el cual incluye 153 fotos a colores, resaltando los principales

problemas de insectos, enfermedades, malezas y suelos en los trópicos asiáticos, africanos y latinoamericanos

Como manual de consulta de campo, el libro es excelente y es recomendable para profesionales, estudiantes y hacendados interesados en el cultivo del arroz. La adquisición del texto (ISBN 971-104-080-8) puede hacerse por \$ 6.00 escribiendo al Information Department, IRRI, P. O. Box 933, Manila, Philippines. Alfredo Alvarado

Resumen

Se describe e ilustra el nematodo formador de nódulos radicales en arroz, *Meloidogyne salasi* sp. n., encontrado en Costa Rica y Panamá. Las hembras se caracterizan por tener el cuello desplazado hacia la porción ventral del cuerpo, una protuberancia posterior y un diseño perineal ovalado, con estrías continuas y lisas. Los machos tienen los campos laterales completamente areolados, con un estilete de 18.2 μm de largo y con los fasmidios localizados posterior a la cloaca. El segundo estadio juvenil tiene una longitud promedio de 464.2 μm , una cola de 67.8 μm de largo y sus campos laterales están areolados. *M. salasi* sp. n. puede ser distinguida de las especies cercanas *M. kralli*, *M. acronea* y *M. graminis* por las dimensiones del cuerpo y las características del diseño perineal de las hembras, la areolación de los campos laterales en los machos, y por la longitud total y las proporciones a, b y cola/diámetro anal del segundo estadio juvenil.

Introduction

In 1968 a root-knot nematode causing severe damage on upland rice was found in Volcán de Buenos Aires, Puntarenas, Costa Rica. The parasite was tentatively identified as a new species of *Hypsoperine* (6). Although several aspects of the biology, morphology and the pathogenicity of this nematode on rice were studied, no species description was given. In late 1979 high population densities of an undescribed root-knot nematode were found on rice, cv C.R.1113, at La Cuesta, Puntarenas, Costa Rica (1). This nematode caused severe damage on rice under greenhouse conditions and was found to be localized on a few farms in the southeastern part of the country (9).

A root-knot nematode with characteristics similar to those described previously was found in 1975 in the province of Coclé, Panamá. Because of the severe damage caused by this nematode, farmers in this area abandoned rice production in favor of grasslands. Again, no description of the species involved was given (12).

An examination of a few perineal patterns from the population studied by Figueroa (6) and some preserved specimens from Panama, provided by Ing. Julio Lara, confirmed that the species involved is the same as the root-knot nematode found on rice at La Cuesta, Costa Rica.

Populations of this root-knot nematode from both Costa Rica and Panama have been studied cytologically (14) and found to reproduce by obligatory mitotic parthenogenesis and have a diploid chromosome number of 36.

This nematode is herein described, illustrated and named *Meloidogyne salasi* sp. n., in honor of Professor Luis Angel Salas Fonseca, the founder of Plant Nematology in Costa Rica.

Materials and methods

A culture of *M. salasi* sp. n. was established from eggs and second stage juveniles obtained from the

¹ Received for publication in July 13, 1984.
Supported by funds from the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica.
The author wants to express his gratitude to his colleague Ing. Luis A. Salazar Figueroa for his assistance in maintaining the culture of *M. salasi* sp. n., to Mr. F. E. Woods and R. A. Henn for reviewing the english text, to Ing. Julio Lara for providing the material from Panama, and to the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica for providing the funds.

* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.

type locality of La Cuesta, Costa Rica. The nematodes were increased and maintained on rice, cv C R 1113, in a greenhouse. Nematodes from this culture were used for all morphologic and morphometric studies.

Light compound microscope (LM) studies

Galled rice roots were placed in shallow petri dishes containing distilled water and cut open. Eggs from several egg masses were selected at random with a small pipette, placed on a glass slide, ringed with Zut and covered with a coverslip. Other eggs were left overnight in the petri dish and the freshly hatched second stage juveniles were picked with a fine needle, placed in a group of ten in a drop of distilled water on a glass slide, ringed with Zut and covered with a coverslip. Fifteen to 20 minutes later the juveniles were observed and measured using a camera lucida.

Males were dissected from old galls and prepared for study using the same method as described for the juveniles.

Females were prepared by boiling galled roots in lactophenol for two minutes and dissecting them from the cooled roots. The perineal patterns were prepared according to the method described by Franklin (7) and modified by Taylor and Netscher (13). Whole females were mounted on a cavity slide and their length (excluding neck) and maximum body width were drawn. The females were removed from the solution and punctured in the middle of the body with a fine needle to release the internal pressure. The head and the neck were excised and mounted in a drop of lactophenol on a glass slide, covered with a coverslip and ringed with Zut. Type specimens of males and females were prepared by fixing in 3% formalin for 48 hours, transferring to lactophenol at 50°C for 24 hours, and mounting in dehydrated glycerin.

All specimens were observed under a LM using Nomarski differential interference contrast optics. Photomicrographs of males, second stage juveniles and the perineal patterns of females were taken with an Olympus OM-2 camera. Drawings of males, females and second stage juveniles were prepared with a camera lucida.

Scanning electron microscopy (SEM) studies

Males, females and second stage juveniles were processed for SEM by a modification of the techniques described by Eisenback and Hirschmann (3, 4) and Eisenback *et al.* (5).

Freshly hatched second stage juveniles were obtained by maintaining eggs in a shallow petri dish with distilled water for 18-24 hours at room temperature. The juveniles were transferred to 0.5 ml of distilled water in a BPI watch glass, chilled at 5°C for one hour and killed by adding three drops of cold (5°C) 4% glutaraldehyde solution buffered with 0.1 M sodium-cacodylate at pH 7.1. More buffered 4% glutaraldehyde was added at 24 hours intervals, three drops at a time, until a final 2% concentration was obtained. Fixation continued for an additional 72 hours at 5°C. The nematodes were washed two times in sodium-cacodylate buffer (pH 7.1), transferred after 24 hours to a small plastic chamber with a fine (15 µm diameter pores) screen on the bottom and kept for 24 hours at 5°C. Postfixation was done with 2% osmium tetroxide, buffered with 0.1 M sodium-cacodylate at pH 7.1, for 18-24 hours at room temperature. This solution was replaced with sodium-cacodylate buffer and kept at 5°C for another 24 hours. Specimens were dehydrated with a graded series of room temperature ethanol changes (5-10-20-35-50-65-80-95-100%), with 24 hours intervals per step. Another screen was placed on top of the chamber and then critical point dried with CO₂ in a Balzer drier. Dried nematodes were propped up against a hair on the surface of a stub covered with double-coated tape, coated with gold for five minutes in a Giko Engineering 1 B-2 model ion coater and viewed with an Hitachi S-450 scanning electron microscope operated at 20 KV of accelerating voltage. Photomicrographs were taken using type-55 Polaroid film.

Males were dissected from galled rice roots and treated as previously described for the second stage juveniles.

Small pieces of galled roots were fixed in a 4% glutaraldehyde solution buffered with 0.1 M sodium-cacodylate at pH 7.1. After 6-7 days whole females were dissected from the roots, washed with sodium-cacodylate buffer, post-fixed with 2% osmium tetroxide, rinsed in sodium-cacodylate buffer, dehydrated, critical point dried, mounted and photographed as previously described for the juveniles.

In describing the external morphology of the males, females and second stage juveniles, the terminology proposed by Eisenback and Hirschmann (3, 4) and Eisenback *et al.* (5) has been followed.

Species description

Meloidogyne salasi sp. n.

Females: Measurements of 50 females in lactophenol are presented in Table 1.

Table 1. Morphometrics of 50 females and 50 eggs of *Meloidogyne salasi* sp. n.

Character	Mean	Range	Standard error of the mean	Standard deviation	CV(%)
Female linear measurements (μm)					
Body length	486.3	372.0-625.0	8.92	63.10	12.9
Maximum body width	338.1	209.0-425.0	6.61	46.76	13.8
Neck length	135.1	86.0-203.0	3.25	22.99	17.0
Neck width at middle of metacarpus	63.3	43.7- 99.9	1.33	9.41	14.8
Middle of metacarpus to head end	78.2	60.9- 99.9	1.43	10.16	12.9
Metacarpus width	35.7	29.0- 41.8	0.39	2.79	7.8
Metacarpus length	35.6	30.0- 43.4	0.44	3.12	8.7
Metacarpus valve width	10.6	9.0- 13.7	0.13	0.94	8.9
Metacarpus valve length	13.7	11.5- 15.6	0.13	0.97	7.0
Stylet	10.0	8.1- 12.5	0.11	0.84	8.4
Stylet knobs height	2.1	1.5- 3.4	0.05	0.41	19.3
Stylet knobs width	3.4	2.5- 4.5	0.06	0.44	12.9
DEGO	4.9	3.4- 6.8	0.14	1.00	20.3
Excretory pore-head end	32.1	18.7- 62.5	1.45	10.26	31.9
Vulva slit length	21.9	15.9- 26.5	0.34	2.43	11.0
Anus-vulva	16.4	9.0- 24.0	0.41	2.94	17.9
Interphasmidial distance	15.2	10.6- 21.8	0.33	2.35	15.4
Female ratios					
a	1.4	1.0- 2.0	0.02	0.20	14.2
Body length/neck length	3.7	2.1- 5.8	0.12	0.85	23.1
Stylet knobs width/height	1.6	0.8- 2.6	0.05	0.36	22.1
Metacarpus length/width	1.0	0.7- 1.2	0.01	0.09	9.8
Metacarpus valve length/width	1.3	0.9- 1.5	0.01	0.11	8.7
Egg linear measurements (μm)					
Length	94.5	82.8-113.2	0.74	5.20	5.5
Width	41.1	38.2- 44.5	0.22	1.50	3.8
Egg ratios					
Length/width	2.3	1.9- 2.7	0.01	0.13	5.8

Measurements of holotype in glycerin.— Body length (excluding neck): 422 μm ; maximum body width: 306 μm ; neck length: 133 μm ; neck width at middle of metacarpus: 43.8 μm ; middle of metacarpus to head end: 71.9 μm ; metacarpus width: 30.5 μm ; metacarpus length: 33.6 μm ; metacarpus valve width: 9.5 μm ; metacarpus valve length: 12.2 μm ; stylet: 10.9 μm ; stylet knobs height: 2.1 μm ; stylet knobs width: 3.2 μm ; DEGO: 4.5 μm ; ratio a: 1.37; body length/neck length: 3.17; stylet knobs width/height: 1.52; metacarpus length/width: 1.10; metacarpus valve length/width: 1.28. Female as in general description. Perineal region not visible.

Description (Figures 1, 2, 3): Body pearly white, with body length (excluding neck)/maximum body width (ratio a) with an average value of 1.4 and a

range of 1 to 2. Distinct posterior protuberance present (Figure 1E). Neck inserts on the ventral side of body. Its position varying from approximately even with the anterior end of body to about one third of body length ventrad to this point. Center line of neck and axis of body (straight line from middle of perineal area to the anterior most part of body) making an angle that varies between 21°C and 130°C. Cuticle distinctly annulated, often with incomplete annulations in the head and neck regions. Head region offset from body. In SEM (Figure 3A-D) the labial disc appears slightly elevated, with the rounded and relatively large prestoma located in the middle. The labial disc and the medial lips form an anchor-shaped structure, the ventral lip (determined from the position of the excretory pore) being the pointed end of it. In a few cases the ventral lip is not very pointed,

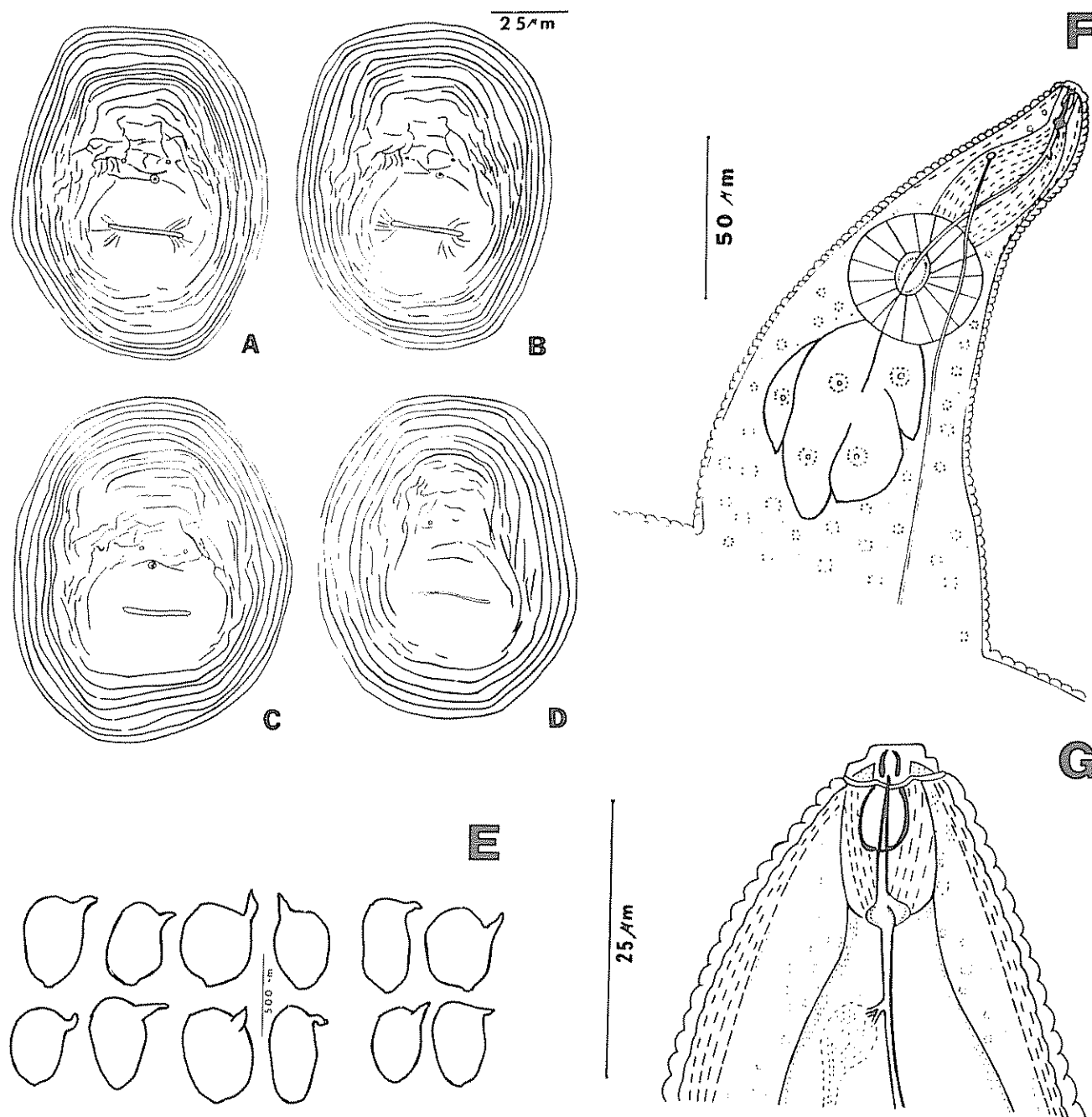


Fig 1. Females of *Meloidogyne salasi* sp. n. A-D) Perineal patterns (A-C from Costa Rica, D from Panamá). E) Outlines of body shapes. F) Esophageal region (ventral). G) Cephalic region (lateral)

but the anchor-shaped structure is still recognizable (Figure 3D). Inner labial sensillae difficult to see. Head region appears as a single annule, often marked by longitudinal lines. Amphid openings clearly distinct, rectangular. Lateral lips arched, slightly larger than the ventral or dorsal sectors. The vestibule and vestibule extension are clearly distinct when observed

with the LM (Figure 1G). Stylet delicate, cone usually straight, with triangular base about 1/4 of its length, tapering to a fine, pointed tip. Opening of stylet near the tip, in the anterior 1/4 of the cone. Shaft with approximately the same diameter throughout and shorter than the cone. Stylet knobs offset from the shaft, ovoid to almost triangular in

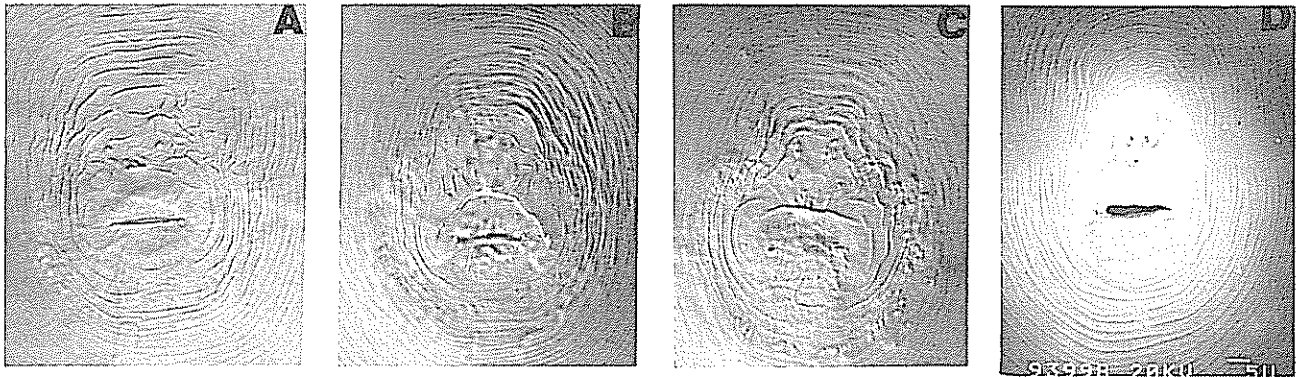


Fig. 2 Perineal patterns of females of *Meloidogyne salasi* sp. n. A–C) Light microscope photomicrographs. D) Scanning electron microscope photomicrograph.

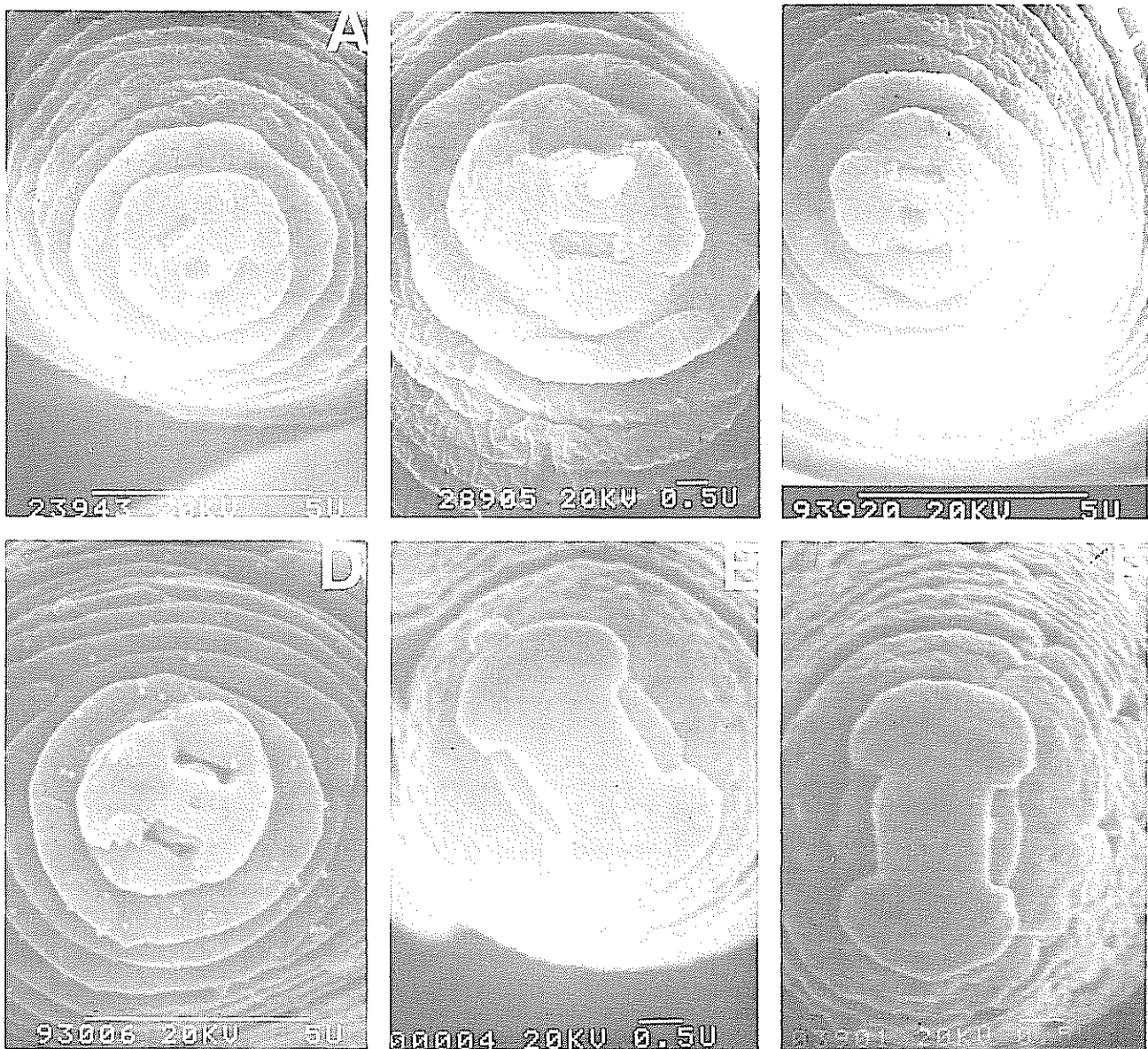


Fig. 3. Scanning electron microscope photomicrographs of face views of *Meloidogyne salasi* sp. n. A–D) Female. E–F) Second stage juvenile.

shape. Lumen of stylet in the knobs is about the same as in the procorpus, but narrows sharply in the cone. Outlet of the dorsal esophageal gland branched, with dorsal ampulla relatively large. Excretory pore position variable, about 1-1 1/2 times the stylet length behind the stylet knobs in 66% of the specimens observed. In a few females (4%) the excretory pore was about 1/2 stylet length behind the stylet knobs, while in others (6%) it was about 3 times the stylet length behind the stylet knobs. Lumen of esophagus strongly sclerotized in the procorpus and metacarpus, but very difficult to see beyond the latter. Metacarpus relatively large and rounded (Figure 1F), with a strong, oval central valve. Esophageal glands appear as a massive, globose structure with five nucleated lobes, often difficult to observe with bright field illumination but distinct with Nomarski differential interference contrast optics. Perineal pattern (Figures 1A-D, 2) oval-shaped, with fine outer striae and somewhat coarse striae in the inner portion. The striae are mostly unbroken, smooth, relatively few in numbers and far apart. Perineum with no or only one striae, and only a few in the roughly circular central area of the pattern. Vulva a transverse, smooth slit, with no or few striae coming out of its sides. Plasmids small, closely spaced. Dorsal arch high and wide, usually rectangular in shape, but somewhat square in some specimens. No evidence of lateral lines or interrupted striae where these usually are. Tail tip prominent in freshly mounted perineals.

Males: Measurements of 50 males in distilled water are presented in Table 2.

Measurements of allotype in glycerin.— Body length: 1 711 μm ; maximum body width: 35 3 μm ; body width at base of knobs: 16 6 μm ; body width at excretory pore: 26 6 μm ; body width at middle of metacarpus: 22 2 μm ; excretory pore to head end: 136 7 μm ; middle of metacarpus to head end: 94 5 μm ; head height: 5 3 μm ; head width: 10 9 μm ; excretory pore to middle of metacarpus: 48 4 μm ; esophageal lobe to head end: 243 2 μm ; stylet: 19 μm ; stylet base to head end: 21 8 μm ; stylet shaft + knobs: 9 μm ; stylet cone: 10 μm ; stylet knobs height: 2 3 μm ; stylet knobs width: 3 3 μm ; DEGO: 4 4 μm ; metacarpus width: 11 9 μm ; metacarpus valve width: 3 4 μm ; metacarpus valve length: 8 4 μm ; testis: 1 034 μm ; testis %: 60 4; spicules: 28 8 μm ; gubernaculum: 9 μm ; tail length: 13 8 μm ; cloaca-phasmids: 8 4 μm ; ratio a: 48 4; ratio b: 7 9; ratio c: 123 9.

Description (Figures 4, 5): Vermiform, body length variable, tapering at the anterior end (Figure 4A-B) and relatively rounded at the posterior end (Figure 4C-D). Head region slightly offset from body, bearing a variable number of incomplete annulations, with distinct head cap (Figure 5A-D). In

SEM the large, rounded labial disc is slightly elevated above the medial lips, with lateral edges slightly arcuate (Figure 5C-D). Oval prestoma in the center of the labial disc, encircled by six inner labial sensillae with pitlike openings. Stoma with a slitlike opening. Medial lips wider than the labial disc, forming a continuous head cap with it, with no discernible indentations at the lateral junctions. Four cephalic sensillae appearing as slight, small cuticular depressions on the medial lips, two on each. Amphidial openings are relatively long slits below the lateral edges of the labial disc. Lateral lips almost inconspicuous, marked by short grooves that start near the lateral junction of the medial lips and the labial disc, and extend into the head region. One to three rows of short, incomplete annulations at different levels of the head region (Figure 5A-B). Frequently the specimens have one row on one side and two or three on the opposite side. Cuticle with distinct annules, about 1 9 μm wide near the head region, 2 μm wide around the middle of the body and 1 6 μm wide near the tail. Lateral field about 6, 7 5 and 5 μm wide near the anterior, middle portion and tail areas of the body, respectively. There are basically four lateral lines in the lateral field, one at each edge on the ridge and two in the inner portion, but in some specimens five or up to six lines are visible for some distance in the middle of the body; the additional lines are fainter. Lateral fields start as two lines with crenated edges near the base of the stylet, some four to 10 body annules behind the head region, where the inner two lines appear, and continue to the posterior end, where they twist around 90°. The lateral fields are areolated in their entirety, usually corresponding with the body annulations, but in some areas, especially the middle portion, there is no correspondence (Figure 5F). Cephalic framework sclerotized, with lateral sectors slightly larger than the head cap (Figure 4A-B, 5E-F). Stylet robust, with a pointed cone, slightly longer than the shaft, with the opening near the tip and a triangular base in the basal 1/4 of its length. Stylet shaft of same diameter throughout, with ring-like structure near its base (Figure 4A-B). Stylet knobs rounded, offset from the shaft, with an ascending slope toward its base (Figures 4A-B, 5E-F). Lumen of stylet almost as wide as that of the procorpus, but narrowing at the cone. Outlet of the dorsal esophageal gland branched, with a relatively small dorsal ampulla. Procorpus two to three times as long as the muscular, elongated, oval metacarpus (Figure 4A); this with a strongly sclerotized central valve. Nerve ring encircling the short isthmus. Distinct excretory pore, with long, curved excretory duct that disappears in the intestine. Basal lobe of esophagus overlapping ventrally the intestine, with three nuclei; anterior nucleus near beginning of lobe; posterior nucleus near the end of the lobe. Hemizonid 1-2 annules anterior to excretory pore, 1-2 annules long. Intestinal caecum extends on the

Table 2. Morphometrics of 50 males of *Meloidogyne salasi* sp. n.

Character	Mean	Range	Standard error of the mean	Standard deviation	CV(%)
Linear measurements (μm)					
Total length	1 619.0	992.0-2 093.0	40.87	289.04	17.8
Maximum body width	33.9	25.4- 41.8	0.49	3.53	10.3
Body width at base of knobs	16.8	11.8- 20.7	0.19	1.40	8.3
Body width at exc. pore	26.8	23.1- 34.4	0.33	2.40	8.9
Body width at middle of metacarpus	23.6	20.1- 27.0	0.22	1.58	6.6
Exc. pore to head end	156.9	88.0- 227.0	4.56	32.31	20.5
Middle of metacarpus to head end	101.7	64.0- 134.0	2.61	18.51	18.2
Head height	4.5	2.5- 5.6	0.09	0.69	15.3
Head width	10.4	7.5- 13.1	0.15	1.12	10.7
Exc. pore to middle of metacarpus	55.8	18.7- 99.9	2.89	20.44	36.6
Stylet	18.2	12.1- 21.8	0.31	2.19	12.0
Stylet base to head end	20.6	15.9- 23.1	0.27	1.96	9.5
Stylet shaft + knobs	10.4	6.8- 12.5	0.20	1.43	13.7
Stylet cone	7.7	4.3- 10.3	0.17	1.22	15.7
Stylet knobs height	3.1	2.1- 4.2	0.07	0.54	17.6
Stylet knobs width	4.6	3.5- 7.5	0.09	0.66	14.1
DEGO	4.1	2.8- 5.9	0.10	0.72	17.4
Metacarpus width	12.6	8.4- 16.2	0.24	1.73	13.7
Metacarpus valve width	5.1	3.1- 7.1	0.12	0.88	17.2
Metacarpus valve length	6.8	4.8- 8.7	0.14	0.99	14.4
Testis	887.1	353.0-1 250.0	25.24	178.51	20.1
Spicules	25.8	17.5- 34.5	0.63	4.52	17.4
Gubernaculum	7.8	5.6- 11.8	0.19	1.34	17.0
Tail length	13.0	6.5- 39.0	0.65	4.66	35.7
Cloaca-phasmids	4.1	0.3- 9.9	0.35	2.50	59.6
Phasmids-tail end	8.8	4.0- 17.5	0.36	2.58	29.1
Ratios					
a	47.5	31.8- 58.1	0.92	6.51	13.6
c	132.8	46.6- 254.7	5.46	38.62	29.0
Body length/middle of metacarpus to head end	16.0	11.7- 21.6	0.32	2.33	14.4
Head region width/height	2.3	1.8- 3.0	0.03	0.26	11.4
Stylet knobs width/height	1.5	1.0- 3.0	0.04	0.32	21.2
Metacarpus valve length/width	1.3	0.7- 2.3	0.04	0.30	21.7
Percentages					
Excretory pore	9.7	6.5- 12.7	0.20	1.43	14.7
Testis	55.0	32.0- 71.6	1.11	7.90	14.3

dorsal side of the body to about the same level or below the nerve ring. Most specimens possess one outstretched testis, but a few have two testes, or the testis may be reflexed for a short distance. If two testes are present, one may be outstretched and the other reflexed, but about the same length. Sperm globular, granular. Spicules long, arcuate, typical of the genus (Figure 4C-D). In SEM each spicular tip shows one transverse opening (Figure 5H). Gubernaculum simple. Phasmids typically below the cloacal opening, with a pore-like opening. Body twists about 90° near the cloacal region.

Second stage juveniles: Measurements of 50 juveniles in distilled water are presented in Table 3.

Description (Figures, 3E-F, 6, 7): Body vermiform, tapering at both ends but much more so posteriorly.

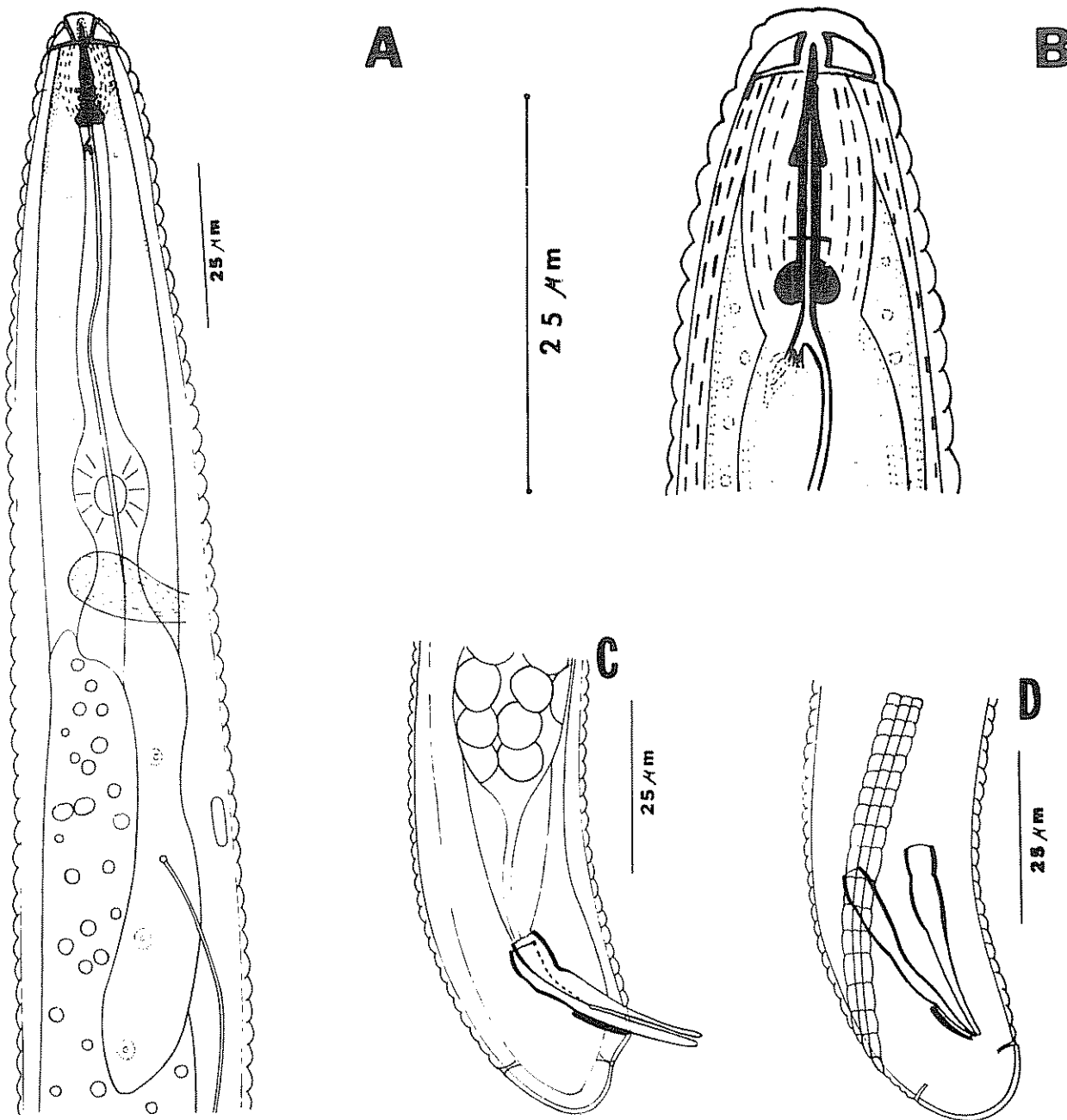


Fig. 4 Drawings of males of *Meloidogyne salasi* sp. n. A) Esophageal region (ventral) B) Cephalic region (lateral). C) Tail (lateral). D) Tail (latero-ventral).

(Figures 6, 7A, C-D). Head region slightly offset from body, with lateral sectors slightly narrower than the body, and elevated head cap. In SEM the elongated labial disc is slightly elevated above the medial lips, with lateral edges straight or almost so (Figure 3E) Oval prestoma in the center of the labial disc, encircled by six inner labial sensillae with pit-like openings. Stoma with a small slit-like opening. Medial lips crescentic in most specimens, wider than the

labial disc, with no discernible indentations at the lateral junctions with it, forming a dumbbell-shaped cap. In a few specimens one of the medial lips can be pointed (Figure 3F). Amphidial opening slit-like, located below the lateral edges of the labial disc. Lateral lips narrow, with straight or slightly arcuate edges, almost parallel to the lateral edges of the labial disc. Head region is smooth, without annulations. Cephalic framework weakly developed. Body dis-

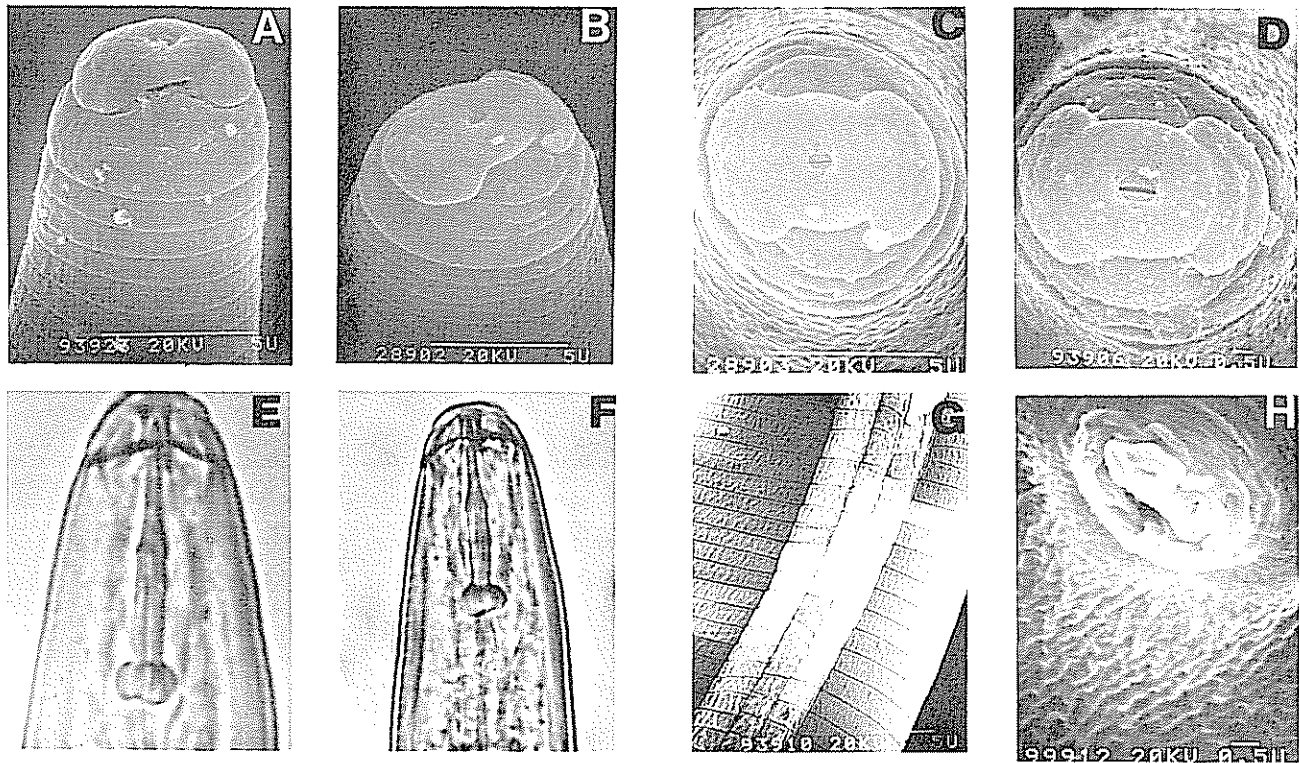


Fig. 5. Males of *Meloidogyne salasi* sp. n. A-D, G, H) Scanning electron microscope photomicrographs. E-F) Light microscope photomicrographs. A-B) Cephalic region. C-D) Face views. E-F) Cephalic region. G) Lateral field. H) Spicules showing pores on the tips.

tinctly annulated, the annulations being discernible with the LM up to the beginning of the tail terminus. Lateral fields areolate, with four lines, the two external slightly crenated (Figure 7B). They begin as two lines at about the middle of the procorpus, then three and finally four lines that continue as far as past the anus where the two central lines disappear and the two lateral ones continue for a short distance, up to the beginning of the tail terminus. Stylet weakly developed, with small rounded knobs, one slightly larger and in a lower position than the other two (Figures 6A-B, 7A). The knobs have an ascending slope toward the shaft. A ring-like structure encircles the shaft near its base (Figure 6B). Dorsal ampulla weakly developed. Procorpus about 2 to 2 1/2 times as long as the muscular, oval metacarpus; this with a sclerotized central valve. Nerve ring encircles the narrow isthmus. Hemizonid 1-2 annules anterior to the excretory pore, about 1 annule long. Excretory pore located at about the same level or below the nerve ring, with curved excretory duct that disappears inside the intestine. Basal lobe of esophagus rather short, with three nuclei, the anterior one located near its beginning and the posterior one near its end. The basal esophageal lobe overlaps the intestine ventrally (Figure 6A). Anal opening a small pore on the cuticle.

Rectum weakly dilated. Tail relatively long, tapering to a fine, rounded, slightly clavated terminus (Figure 7C-D).

Eggs: Measurements of 50 eggs in distilled water are presented in Table 1.

Description: Eggs similar to those of other species of the genus, enclosed in a soft, highly water-soluble gelatinous matrix. Up to 2 000 eggs/egg mass have been counted on galled rice roots collected from the type locality (L. A. Salazar, unpublished data).

Diagnosis: *M. salasi* sp. n. is closely related to the recently described *M. kralli* (8), and is also related to *M. acronea* (2) and to *M. graminis* (11).

M. salasi sp. n. can be distinguished from *M. kralli* by the dimensions of the female (body length of 486 μm vs 463 μm , maximum body width of 338 μm vs 306 μm), the straight shorter stylet (10 μm vs 13.1 μm), longer excretory pore of the female (32 μm vs 15.8 μm), by the higher dorsal arch of the perineal pattern, and absence of a postero-laterally directed irregular double incisure on either side of the tail region of the perineal, longer males (1 619 μm vs 1 076 μm),

Table 3. Morphometrics of 50 second stage juveniles of *Meloidogyne salasi* sp. n.

Character	Mean	Range	Standard error of the mean	Standard deviation	CV(%)
Linear measurements (μm)					
Total length	464.4	422.0-503.0	2.59	18.35	3.9
Esophageal lobe base to head end	121.8	103.0-153.0	1.31	9.26	7.6
Maximum body width	16.2	15.3- 19.3	0.11	0.83	5.1
Body width at excretory pore	15.0	13.1- 15.9	0.09	0.64	4.2
Middle of metacarpus to excretory pore	23.6	16.8- 31.5	0.46	3.27	13.8
Middle of metacarpus to head end	56.7	50.6- 62.1	0.36	2.58	4.5
Head region width	6.2	5.0- 7.8	0.08	0.58	9.2
Head region height	3.3	1.8- 5.6	0.12	0.87	25.8
Stylet	11.4	9.2- 13.3	0.15	1.07	9.3
Stylet cone	5.2	3.7- 6.8	0.11	0.83	15.8
Stylet knobs width	2.3	1.5- 2.8	0.04	0.30	13.2
Stylet knobs height	1.5	1.0- 2.1	0.03	0.22	14.8
Stylet base to head end	14.7	12.1- 16.2	0.09	0.69	4.6
Stylet shaft	4.7	2.8- 6.2	0.09	0.70	14.8
DEGO	3.7	2.1- 5.3	0.08	0.58	15.5
Metacarpus valve length	3.9	2.8- 5.3	0.06	0.45	11.4
Metacarpus valve width	3.4	2.5- 4.3	0.04	0.33	9.7
Excretory pore to head end	80.3	71.5- 89.6	0.57	4.03	5.0
Tail length	67.8	56.5- 80.2	0.73	5.16	7.6
Tail terminus length	19.7	11.8- 26.2	0.47	3.33	16.8
Tail terminus width at beginning	5.1	3.7- 6.2	0.09	0.64	12.3
Anal width	11.8	10.7- 15.0	0.10	0.71	6.0
Anus-beginning of terminus	47.9	38.1- 58.7	0.67	4.77	9.9
Ratios					
a	28.6	23.9- 32.2	0.24	1.73	6.0
b	3.8	3.0- 4.4	0.04	0.30	7.9
c	6.8	5.9- 7.7	0.05	0.42	6.1
Tail length/anal width	5.7	4.2- 6.8	0.07	0.54	9.4
Tail length/tail terminus length	3.5	2.4- 5.7	0.08	0.58	16.7
Head region width/height	1.9	1.2- 2.8	0.05	0.37	19.3
Stylet knobs width/height	1.5	0.7- 2.1	0.03	0.25	16.7
Metacarpus valve length/width	1.1	0.6- 1.5	0.02	0.16	13.9
Percentages					
Excretory pore	17.2	16.0- 18.7	0.08	0.61	3.5

greater a and c ratios in the males (47.5 and 132.8 vs 31.7 and 117, respectively), shorter stylet cone in the male (7.7 μm vs 9.5 μm), longer excretory pore in the females, annulations in the head region of the male (up to 4 vs 1), position of the phasmids on the male (below the cloaca vs at the level of the cloaca). Additional differentiating characters in the second stage juveniles include the body length (464 μm vs 439 μm), the smaller a and b ratios (28.6 and 3.8 vs 31 and 6.5, respectively) and the smaller tail/anal width ratio (5.7 vs 7).

M. salasi sp. n. can be distinguished from *M. acro-nea* by the female body length (486 μm vs 980-1 040 μm), maximum body width (338 μm vs 530-750 μm), shorter stylet in the female (10 μm vs 12 μm), shorter spicules of the male (25.8 μm vs 33-35 μm), longer phasmids-tail end distance (8.8 μm vs 4 μm), areolation of the lateral fields in the male, shorter second stage juveniles (464 μm vs 490 μm), smaller a, b and c ratios in the juveniles (28.6, 3.8 and 6.9 vs 32, 5.4 and 9.4, respectively), longer tail of juveniles (67.8 μm vs 49 μm) and longer tail terminus (19.7

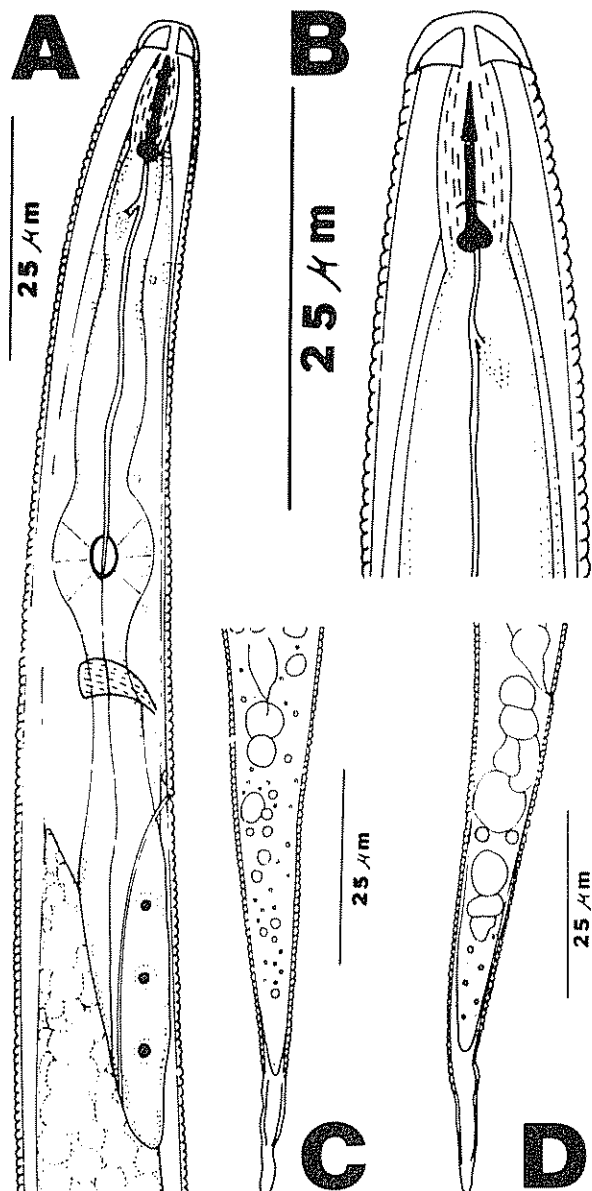


Fig 6 Drawings of second stage juveniles of *Meloidogyne salasi* sp. n. A) Esophageal region (lateral). B) Cephalic region (lateral). C) Tail (dorsal). D) Tail (lateral)

μm vs $3.5 \mu\text{m}$). Finally, *M. salasi* sp. n. can be differentiated from *M. graminis* by the body length of the female, maximum body width and DEGO (486, 338 and $4.9 \mu\text{m}$ vs 726, 472 and $3.7 \mu\text{m}$, respectively), the absence of lateral lines in the perineal pattern, the fine striae in the perineal pattern. In the males by the greater a ratio (47.5 vs 43.5), the smaller c ratio (132 vs 187), the longer DEGO ($4.1 \mu\text{m}$ vs $2.4 \mu\text{m}$), the longer tail ($13 \mu\text{m}$ vs $8.4 \mu\text{m}$) and the areolation of the lateral fields. In the second stage juveniles by the length ($464 \mu\text{m}$ vs $475 \mu\text{m}$), the smaller a ratio (28.6 vs 31.7), the greater b ratio (3.8 vs 2.3), the longer DEGO ($3.7 \mu\text{m}$ vs $2.4 \mu\text{m}$), the shorter esophageal lobe to head end distance ($121.8 \mu\text{m}$ vs $200 \mu\text{m}$), the shorter tail ($67.8 \mu\text{m}$) and the greater tail/anal width ratio (5.7 vs 4.3)

Host range: *M. salasi* sp. n. did not infect any of the plant species used in the North Carolina Differential Host test (10). Greenhouse studies conducted in Panama (12) showed that *Cynodon plectostachyus*, *C. dactylon*, *Ischaemum ciliare*, *Digitaria decumbens*, *Tripsacum laxum*, *Echinochloa polystachya*, *Leucaena leucocephala*, *Kazungula* sp., *Brachiaria ruziziensis*, *B. zuazilandensis*, *B. rugulosa*, *Panicum maximum* and *Saccharum sinensis* are poor hosts of this nematode. Field observations made by Figueroa (6) indicated that *Homolepis aturensis* is also a host for *M. salasi* sp. n. The grass *Echinochloa colonum* was found to be a host under field conditions at the type locality, in addition to rice, the type host.

Holotype (female): Isolated from greenhouse culture derived from original population obtained at La Cuesta, Costa Rica. Slide M-39, Nematode collection, Laboratorio de Nematología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Allotype (male): Same data as holotype. Slide M-13, Laboratorio de Nematología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

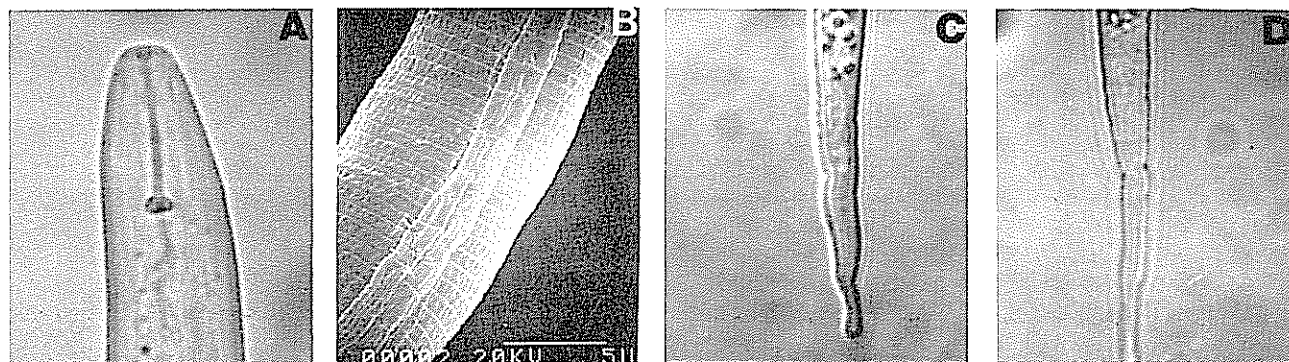


Fig 7. Second stage juveniles of *Meloidogyne salasi* sp. n. A, C-D) Light microscope photomicrographs. B) Scanning electron microscope photomicrograph. A) Cephalic region B) Lateral field C-D) Tail termini

Paratypes (males, females and second stage juveniles): Same data as holotype. USDANC, Beltsville, Maryland.

Type host and locality: Rice (*Oryza sativa* L.), cv. C.R.1113, from La Cuesta, province of Puntarenas, Costa Rica

Summary

Meloidogyne salasi sp. n., a root-knot nematode parasite of rice (*Oryza sativa* L.) in Costa Rica and Panama, is described and illustrated. Females have the neck and head regions on the ventral side of the body, a posterior protuberance and an oval perineal pattern, with unbroken, smooth striae. Males have areolated lateral fields, the stylet is 18.2 μ m long and the phasmids are located posterior to the cloaca. Second stage juveniles have an average length of 464.2 μ m, a tail 67.8 μ m long and areolated lateral fields. *M. salasi* sp. n. can be distinguished from the related *M. kralli*, *M. acronea* and *M. graminis* by the dimensions of the body and the characteristics of the perineal pattern of the females, the areolation of the lateral fields in the males, and the total length and the a. b and tail length/anal width ratios in the second stage juveniles

Literature cited

- ALVARADO, M. and LOPEZ, R. Extracción de nematodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. C.R.1113, mediante modificaciones de las técnicas de centrifugación-flotación y embudo de Baermann modificado. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):7-13. 1981.
- COETZEE, V. *Meloidogyne acronea*, a new species of root-knot nematode. *Nature* (London) 177:899-900. 1956.
- EISENBACK, J. D. and HIRSCHMANN, H. Morphological comparison of second stage juveniles of six populations of *Meloidogyne hapla* by SEM. *Journal of Nematology* 11(1):5-16. 1979.
- EISENBACK, J. D. and HIRSCHMANN, H. Morphological comparison of *Meloidogyne* males by scanning electron microscopy. *Journal of Nematology* 12(1):23-32. 1980.
- EISENBACK, J. D., HIRSCHMANN, H. and TRIANTAPHYLLOU, A. C. Morphological comparison of *Meloidogyne* female head structures, perineal patterns, and stylets. *Journal of Nematology* 12(4):300-313. 1980.
- FIGUEROA, A. Estudio morfológico y biológico sobre el nematodo cecidogeno del arroz *Hypsoperine* sp. (Nematoda: Heteroderidae) y pruebas de susceptibilidad al mismo de once variedades y una línea de arroz (*Oryza sativa* L.). Ing. Agr. Thesis. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Universidad de Costa Rica 1973. 51 p.
- FRANKLIN, M. T. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7:336-337. 1962.
- JEPSON, S. B. *Meloidogyne kralli* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) a root-knot nematode parasitising sedge (*Carex acuta* L.). *Revue de Nematologie* 6(2):239-245. 1983.
- SANCHO, C. L. Patogenicidad de *Meloidogyne* sp. y determinación de este y otros nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en el Sureste de Costa Rica. Ing. Agr. Thesis. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 1981. 49 p.
- SASSER, J. N. and CARTER, C. C. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): Identification, morphological and physiological variation, host range, ecology, and control. In R. D. Riggs (ed.) *Nematology in the Southern Region of the United States*. Southern Cooperative Series Bulletin 276. 198. pp. 21-32.
- SLEDGE, E. B. and GOLDEN, A. M. *Hypsoperine graminis* (Nematoda: Heteroderidae), a new genus and species of plant-parasitic nematode. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 31(1):83-88. 1964.
- TARTE, R. Informe sobre el progreso de las investigaciones para el Proyecto Internacional *Meloidogyne* en Panama 1976-1978. In *Memorias de la Segunda Conferencia Regional de Planeamiento del Proyecto Internacional Meloidogyne*. Region I International Meloidogyne Project. 1981. pp. 27-51.
- TAYLOR, D. P. and NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20:268-269. 1974.
- TRIANANTAPHYLLOU, A. C. Cytogenetics and sexuality of root-knot and cyst nematodes. In R. D. Riggs (ed.) *Nematology in the Southern Region of the United States*. Southern Cooperative Series Bulletin 276. 1982. pp. 71-76.

EFFECT OF HARVESTING TIME AND STORAGE SYSTEM ON THE QUALITY OF SEED
POTATO TUBERS (*Solanum tuberosum* L.)¹ /

D. O. CALDIZ*
F. K. CLAVER**
A. ESCANDE***

Resumen

Se estudió el efecto de dos épocas de cosecha y de dos sistemas de almacenamiento sobre la calidad de los tubérculos de papa cultivar Spunta destinados a nueva siembra. Las cosechas se realizaron 70 y 100 días después de la muerte natural del follaje y los tubérculos se almacenaron durante cinco meses en un silo refrigerado y ventilado, mantenido a 3°C y 95% de humedad relativa y en pilas a la intemperie cubiertas con paja de maíz. Los tubérculos cosechados a los 70 días de la muerte del follaje se conservaron por un mes en pilas y luego una parte se almacenó en el silo.

Las heladas registradas entre los 70 y 100 días posteriores a la muerte del follaje causaron daños a los tubérculos sin cosechar, pero no a los amontonados en las pilas.

Cuando los tubérculos se almacenaron en el silo inmediatamente después de la cosecha, se produjo una adecuada suberización en el 63% de los tubérculos cuyo parénquima estaba parcialmente helado, esto impidió su pudrición ulterior por bacterias, esto no sucedió con los tubérculos almacenados en las pilas.

Los tubérculos almacenados a 3°C y 95% de humedad relativa no brotaron, y resultaron fisiológicamente más jóvenes que los conservados en las pilas

Introduction

In Argentina, table potatoes are planted with tubers from the annual multiplication of cultivars of long dormant periods such as cv Huínkul MAG cv Bonaerense La Ballenera MAA, or with those tubers of first or second multiplication from imported cultivars of early sprouting, being cv

Spunta and cv Kennebec the principal ones. Nearly all these multiplications are carried out in the South-Eastern area of the province of Buenos Aires, between October and March each year where, 70% of potatoes for consumption is produced.

Potato crops for consumption are planted in the North part of Argentina in June or July and, in the South-East of Buenos Aires in October or November. Due to this fact, seed tubers from the South-East of Buenos Aires to be planted early must be stored for three months just after natural foliage death, and for nearly eight months when used for the medium late production. Almost all seed tubers are stored in outdoors heaps, covered with corn (*Zea mays*) or Stipa (*Stipa* spp.) straw; only a small part is stored in refrigerated stores without ventilation or in less proportion in refrigerated and ventilated store houses.

Seed potato tubers of late sprouting can be per-stored in outdoors heaps, but those of early sprouting must be desprouted more than once in this systems, which determines loss of quality, principally during the last months of storage.

- ¹ Received for publication in August 8, 1983
The authors are indebted to the staff of E.E.R.A. INTA Balcarce who worked in the field and to the Comisión de Investigaciones Científicas and Ministerio de Asuntos Agrarios of the province of Buenos Aires for the research grants. D.O.C. was holder of a post-graduate scholarship from Comisión de Investigaciones Científicas.
- * Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía, U.N.L. P.C.C. 31 (1900) La Plata, Argentina.
- ** Full Professor of Fisiología Vegetal y Fitogeografía, Facultad de Agronomía, U.N.L.P. (Died on August 31st, 1981)
- *** Estación Experimental Regional Agropecuaria INTA, Balcarce. C.C. 276 (7620) Balcarce, Argentina.

It is also known that harvesting time influence physiological age of the tubers (6, 7), and this according to Van der Zaag (9) determines sprout number, growth rate and duration of crop cycle.

Efficiency of potato storage in outdoors heaps or in cold store houses was already studied for the area by Cavia and Caruso (2) and Radtke and Escande (8). In the present work the influence of harvesting time and storage system on the quality of seed potato tubers cv Spunta is considered.

Materials and methods

This work was carried out at "La Jacinta" settlement district of Coronel Suárez, province of Buenos Aires, located at 37°30' South latitude, 61°57' West longitude and 185 m above sea level.

Potato tubers from the early cv Spunta first multiplication picked at the end in March 1979, were used. The "first harvest" was performed on 22nd May and the "second harvest" on June 18th by means of a disc digger and picked up by hand.

The first harvested tubers were stored in outdoor heaps until the second harvest, and then they were classified in order to remove externally rotted tubers. After classification, some of the tubers were stored in bulk in a refrigerated and ventilated store house and the remainder in outdoor heaps. The "second harvested" tubers, previous elimination of rotted ones were placed either in a store house or in outdoor heaps.

Heavy frosts were registered in April, May and June. In Table 1 the minimum daily outdoor temperatures of soil 5 cm depth and air 5 cm height, were detailed for the period between the first and the second harvest obtained at INTA Agrometeorological Station in Anguil (36° 33' S, 63° 59' W and 165 m above sea level) and in Balcarce (37° 45' S, 58° 18' W and 130 m above sea level).

Outdoor heaps were covered with corn straw 10 cm thick. As soon as the store house was filled, tubers were dried by blowing cold outdoor air for 24 h. During the following 14 days they were kept at 15°C and at 95% of relative humidity. Then, the temperature was lowered at a rate of 1°C per day until it reached 3°C (storage temperature), keeping the same level of relative humidity. Before the potatoes were taken out from the store house, the temperature was increased at a rate of 1°C per day until it reached 10°C.

Weight losses due to evaporation, respiration and sprouting, as a pool, were studied. Immediately after

Table 1. Minimum daily outdoor temperature of air at 5 cm height and of soil at 5 cm depth in Balcarce and Anguil, between the first and second harvest.

Day	Air temperature at 5 cm above ground (°C)		Soil temperature at 5 cm depth (°C)	
	Anguil	Balcarce	Anguil	Balcarce
May 22	-2.1	-0.8	7.3	5.5
23	-2.6	0.1	5.9	6.0
24	3.6	7.3	8.3	9.5
25	8.1	4.0	10.6	9.2
26	-5.7	4.5	5.1	7.0
27	3.6	7.0	5.2	8.7
28	-0.6	1.0	6.4	6.5
29	0.3	0.1	5.6	5.0
30	-5.8	0.0	3.0	4.5
31	-3.9	-2.0	3.4	3.0
Jun 1	-3.9	1.8	4.1	3.6
2	5.1	2.6	4.2	5.0
3	-2.9	2.5	4.5	5.6
4	-8.4	-1.0	3.2	3.0
5	-7.7	-1.5	2.2	2.0
6	-6.6	-4.5	2.5	1.5
7	-6.1	-2.0	3.4	1.5
8	-5.9	0.6	3.8	0.5
9	-6.4	-2.2	2.7	1.0
10	-5.4	-3.0	3.2	2.0
11	-5.6	4.5	3.7	3.5
12	-5.1	1.0	3.4	3.6
13	-6.8	1.0	1.5	4.3
14	-14.0	1.0	0.2	0.0
15	-13.0	-5.7	0.3	1.0
16	-3.9	-2.0	1.6	1.3
17	-1.9	3.5	3.9	4.8
18	1.9	0.6	5.7	6.0

Source: INTA, E.E.A. Anguil. Agrometeorological monthly bulletin. May and June 1979.

INTA, E.E.A. Balcarce. Agrometeorological monthly summary. May and June 1979.

the second harvest, on June 18th, for each treatment, six open net bags were filled with 20 kg of medium size healthy potatoes (tubers weight range: 100 to 200 g); the number of tubers contained in each bag was counted in order to replace them or estimated their weight in case of rotting. Each bag was considered as an experimental unit. Their content was desprouted and weighed on August 29th, and at the end of storage, on October 29th, for tubers stored in heaps and on November 14th for those in store houses. Tubers and sprouts were weighed separately with a precision of 10 g.

In order to determine frozen tuber weight an "initial" evaluation was done before selecting tubers

to be stored in store houses. Three samples of 50 kg tubers each, randomly selected were evaluated

Tubers were cut at stolon end and at the affected parts. Frozen tubers were classified into frozen and rotted where their parenchyma was partially frozen and into frozen and suberized with soft rot symptoms. Tubers externally affected by frosts or rotted were eliminated before storing them in store houses. Final evaluation similar to the one above described was done when the potatoes were taken out from the store house. In both evaluations, potatoes were weighed with a precision of 10 g.

In order to study physiological age of potatoes their incubation state was determined according to Claver (4) criterion. The number of days that elapsed from the possible planting date to the end of the incubation period were determined. This period included from sprouting till new tuber formation (4). For each treatment 25 tubers randomly taken were used, they were placed in wood trays containing permanently humidified vermiculite and kept in darkness at 21° ($\pm 1^\circ\text{C}$) and 80-90% relative humidity. Every two days tubers that completed their incubation period were counted.

In all determinations, a randomly design with 6, 6, 3 and 25 replications was used, in order to determine weight losses, frost damages and physiological age, respectively. Analysis of variance of the data was done and means were compared according to Tuckey' test, at a probability level of 5%.

Results and discussion

Tuber weight losses are shown in Table 2. Tuber weight losses were significantly lower in the store house, and in this system tubers did not sprout during the storage period.

The effect of harvesting time was only shown by weight losses in potatoes stored in outdoor heaps, and it did not produce any effect on sprouting.

Table 2. Percentage of tuber weight loss and sprout weight at the end of the storage period.

Storage System	Weight loss		Sprout weight	
	1st harvest	2nd harvest	1st harvest	2nd harvest
Outdoor heaps	17.5 a	16.1 a	3.1 a	2.6 a
Store houses	2.5 b	3.1 b	0.0 b	b

Those averages on the same column followed by the same letter do not differ between them ($P < 0.05$); the ones linked by full lines differ between them ($P < 0.05$).

Frosts registered between foliage death and potato storage in store houses caused serious damages on the tuber parenchyma; in some cases due to suberization these damages did not reach soft rot caused by microorganisms. In only a few cases, frost caused necrosis of vascular tissues (Table 3).

Potatoes harvested in the second turn were more damaged by frosts. This fact shows that frost effect was greater upon tubers that remained in the soil and were harvested in "second time", that upon those temporarily stored in outdoor heaps. When potatoes were stored in store houses immediately after harvest like in the case of the second harvested tubers, storage conditions stimulated their quickly suberization. This fact not only reduces evaporation losses, but also prevents from microorganism attacks (1). Even though, frost in the district of Coronel Suárez are more severe than those in the South-East of the province of Buenos Aires, where the potential frost danger is also important for tubers that remained in the soil in this area: in this region for a ten-year period (1969-1978) an average of 55 days with heavy frosts was registered during the potato storage period, from April to October (5).

Results showing the effect of harvesting time and storage systems on the physiological age of the seed tubers are presented in Table 4, the differences found between tubers stored in store houses and in outdoor heaps, were due to the different conditions under which they were subjected to.

Tubers harvested on the first turn and kept in store houses were physiologically younger than those which remained in the soil and suffered heavy frost damages.

Table 3. Percentage of frozen and rotted¹ tubers, frozen and suberized and totally frozen tubers under store house.

Evaluation	Rotted and frozen tubers harvest		Frozen and suberized tubers harvest		Totally frozen tubers in harvest	
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
Initial ²	6.8	4.3	0.0	0.0	6.8	4.3
Final ³	2.2	4.3	traces	7.4	2.2	11.7
Total	9.0	8.6	traces	7.4	9.0	16.0

Averages linked by full lines differ between them ($P < 0.05$).

1. Tubers with partially frozen parenchyma and symptoms of soft rot.
2. Previous storage in store house and before elimination of tubers externally affected by frost and rot.
3. When the store house was unloaded.

Table 4. Number of days from possible planting date up to the end of the incubation period.

Storage system	First harvest	Second harvest
Outdoor heaps	40 b	40 b
Store house	61 a	52 a

Averages on the same column with the same letter do not differ between them ($P < 0.05$); averages linked by full lines differ between them ($P < 0.05$).

The effect of harvesting time on the physiological age of the tubers stored in heaps was not significant; this may be due to the fact that in this case the storage system plays a more important role than harvesting time on the physiological age.

It must be said that frost caused greater damages on seed potato tubers that remained in the soil without harvest than upon those harvested and stored in outdoor heaps, covered with corn straw.

Suberization was stimulated by storage immediately after harvest, when the potatoes were kept in a refrigerated and ventilated store houses. In this way, rotting caused by microorganisms in frosted potato stocks was diminished.

Storage conditions in the store houses maintained seed potatoes physiologically young and without sprouting; being all these important factors to maintain seed potato quality for new plantings.

Summary

The effect of two harvesting times and two storage systems on the quality of seed potato tubers cv Spunta was studied. The harvests were done 70 and 100 days after foliage death and tubers were stored during five months in air-cooled and ventilated store houses at 3°C and 95% relative humidity; and outdoor heaps covered with corn (*Zea mays*) straw.

The tubers harvested 70 days after foliage death were stored in outdoor heaps during one month and later a portion of them were stored in a store house, under controlled conditions. Frost registered between the 70th and 10th day after foliage death caused higher damages in the tubers that had not been harvested than in the harvested ones stored in heaps. When the tubers were harvested and stored immediately under controlled conditions, adequate suberization occurred in 63% on the tubers whose parenchyma was partially frozen, which prevented

from later bacterial decay; but this fact did not occur in the heaps.

Seed potato tubers stored at 3°C and 95% relative humidity did not sprout and were physiologically younger than those stored in outdoor heaps.

Literature cited

- BURTON, W. G. The physics and physiology of storage. In: The Potato Crop. P. M. Harris ed. Chapman and Hall, 1978. 547 p.
- CAVIA, C. y CARUSO, S. Conservación de semilla de papa var. Katahdin en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, Dirección de Fomento Agrícola. División Hortalizas. Comunicación Técnica No. 5, 1952. 7 p.
- CLAVER, F. K. Influencia de luz, oscuridad y temperatura sobre la incubación de la papa. Phytion 1:3-12. 1951.
- CLAVER, F. K. Influence of temperature during the formation of potato tubers and its effect on the first progeny. Phytion 33:1-6. 1975.
- COUSILLAS, C. y VIDAL, N. Análisis de las temperaturas de Balcarce. 1. Régimen de heladas. Balcarce, E.E.R.A. Departamento de Ecología y Técnica Cultural. 1981. 11 p.
- HUTCHINSON, R. The dormancy of seed potatoes. 1. The effect of time of haulm destruction and harvesting. Potato Research 21:257-265. 1978.
- O'BRIEN, P. and ALLEN, E. Effect of area of seed production and date of lifting of seed crops on the performance of the progeny tubers. E.A.P.R. Conference Papers, Wageningen, The Netherlands, 1975. pp. 41-42.
- RADTKE, W. y ESCANDE, A. Mermas en papas almacenadas; mermas totales. Rev. Inv. Agr. Serie 2 Biología y Producción Vegetal, 10:223-231. 1973.
- VAN DER ZAAG, D. Requirements of the user of seed potatoes. Standards of health, grading and physiological age; time and mode of delivery; price. E. A. P. R. Procc. 5th Trienn. Conf. Norwich, 1972. 38-46. 1973.

COMPETENCIA ENTRE ANIONES ORGANICOS (MALATO Y OXALATO) CON
ORTOFOSFATO POR LOS SITIOS DE ADSORCION EN SUELOS TROPICALES¹ /

D. LOPEZ-HERNANDEZ*
J. V. RODRIGUEZ*
G. SIEGERT*

Summary

The competence between organic anions (oxalate and malate) with orthophosphate for binding places in acidic and calcareous tropical soils was studied

The experiments were performed, combining the presence of the carboxylic acids with previous and/or simultaneous additions of phosphate. The results indicated that: i) oxalate and malate were more specifically adsorbed to soil than phosphate, ii) the replacement of phosphate by the organic anion was not a simple competition, so that it was affected by the order of addition and the substrate concentration, iii) oxalate's ability to desorb orthophosphate is higher than malate

The possible adsorption and exchange (competition) reactions which occur between orthophosphate and the organic anions essayed are presented

Introducción

Dentro de las funciones que juega la materia orgánica de los suelos, destaca su papel como mejoradora de la disponibilidad de nutrientes. En un artículo reciente sobre el desarrollo de la agricultura en la zona mediterránea, Rotini (13) hace una incursión histórica del tema

Si bien, no hay dudas respecto a las mejoras que induce el material orgánico sobre el estado de agregación (estructura) y fertilidad del suelo, los mecanismos como ocurren esas transformaciones son aún bastante desconocidos

Recientemente se han empezado a formular hipótesis de cómo puede ocurrir la interacción entre el material que se adsorbe (orgánico e inorgánico, moléculas o iones: simples o complejos) y las superficies activas del suelo. La teoría más completa es la

expuesta por Posner *et al.* a fin de explicar la adsorción específica y no específica de aniones a compuestos sencillos: óxidos e hidróxidos de Fe, Al y arcillas (4). Esta hipótesis, conocida originalmente como teoría de las "envolturas de adsorción", ha recibido soporte experimental a partir de ensayos realizados con suelos (6, 7, 9, 12).

Uno de los nutrientes cuya disponibilidad se afecta por la adición de materia orgánica es el fósforo. En general mientras mayor es el contenido de materia orgánica del suelo, los niveles de P disponible son mayores ya que los componentes orgánicos contribuyen a bloquear los sitios de adsorción (8).

López-Hernández y Burnham (8) encontraron que el componente que juega el papel más importante en desorber fosfato, es el material orgánico; sin embargo, un papel más relevante juegan las formas activas del Fe y del Al, en la adsorción desempeñando el material orgánico una situación ambigua. Mucho se ha especulado sobre la capacidad que tienen un conjunto de moléculas orgánicas (por lo general, ácidos policarboxílicos, ligados al ambiente radicular) para competir y desplazar fosfatos de los sitios de adsorción, pero aún existen grandes incertidumbres sobre i) sus verdaderos niveles de concentración en el suelo y por ende

¹ Recibido para publicación el 19 de abril de 1983.
Se agradece la colaboración financiera del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) y del CONICIT.

* Laboratorio de Estudios Ambientales IZI, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

su importancia en la nutrición del P (14) ii) los mecanismos de reacción involucrados iii) los factores que afectan esta interacción.

En este trabajo se realiza un estudio sobre la competencia entre dos aniones orgánicos, que se presentan en el ambiente radicular (oxalato y malato), por los sitios en que se adsorbe fosfato en suelos.

Materiales y métodos

Suelos utilizados. Se utilizan cuatro suelos venezolanos de características químicas bastantes contrastantes los mismos han sido detallados en otras publicaciones (7, 9). El Cuadro 1 presenta información general sobre algunas de las propiedades de estos suelos

Prueba de competencia entre los aniones orgánicos y el ortofosfato

A fin de verificar los niveles de los ácidos orgánicos que introducían cambios notables sobre el proceso de adsorción de P, se estudió la adsorción del ortofosfato en función de la concentración del ácido orgánico. En el experimento se usó el suelo Viboral 9 en presencia de una concentración 0.005 M de KH_2PO_4 y un tiempo de agitación de 20 horas.

Las concentraciones de oxalato usadas variaron de 0.0044–0.02 M y las de ácido málico de 0.003–0.30 M

Experimentos de adsorción

Las isotermas de adsorción de fósforo fueron obtenidas variando la concentración inicial de fosfato en solución en un rango de 0.0005 M a 0.025 M de acuerdo con el método utilizado por López Hernández y Burnham (5), pero con las modificaciones necesarias para introducir en el sistema el malato o el oxalato

Adsorción de fosfato en ausencia del ácido orgánico

Las muestras de suelo se agitaron durante 20 y 40 horas con soluciones de fosfato (0.0005–0.025 M). Luego del periodo de agitación se determinó el fosfato en solución.

Adsorción de fosfato seguida de la adsorción del ácido orgánico

Después de agitar las muestras durante 20 horas en presencia de diferentes soluciones de fosfato, se añadió una solución del ácido carboxílico, tal que diese al diluirse a 100 ml, una concentración 0.015 M ó 0.005 M en malato u oxalato respectivamente.

Adsorción simultánea del fosfato y el ácido orgánico

Se prepararon soluciones conteniendo ambos aniones: fosfato y malato o fosfato y oxalato a las concentraciones ya reseñadas, luego de agitarse durante 20 horas el fósforo no adsorbido fue determinado en la solución sobrenadante.

Adsorción de fosfato previa adsorción del ácido orgánico

Las muestras fueron agitadas en una solución 0.015 M de malato ó 0.005 M de oxalato durante 20 horas. Luego les fue añadido (en un volumen de 5 ml) diferentes soluciones de KH_2PO_4 . La suspensión fue sometida a 20 horas más de agitación.

En todos los casos el fósforo en el sobrenadante fue determinado por el método de Fogg y Wilkinson (2); ensayos previos demostraron que las concentraciones de los ácidos orgánicos ensayados no interferían con el método

Resultados

Experimentos de competencia

Las Figuras 1 y 2 presentan la información correspondiente a la competencia entre los aniones orgá-

Cuadro 1. Principales características y clasificación de los suelos estudiados.

Suelos	Clasificación	pH	CIC me/100 g	Al Cambiable me/100 g	Materia orgánica %	N %	Fe Libre %	CaCO ₃ %
Q 10	Ultisol	4.40	7.5	0.72	5.02	0.11	0.70	0.0
Viboral 9	Alfisol	6.00	18.6	0.08	8.24	0.25	0.60	0.0
Mantecal bajo	Vertisol	3.80	22.6	1.16	5.60	0.35	—	0.0
S-16	—	7.80	15.7	0.02	6.47	0.39	1.12	6.55

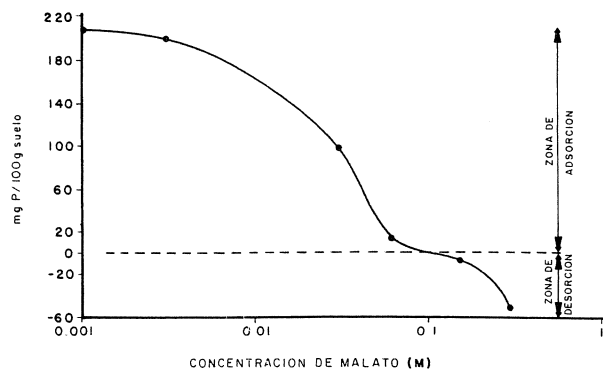


Fig. 1. Efecto de la concentración de malato en la adsorción de fósforo. Suelo viboral.

nicos (oxalato y malato) por los sitios donde se adsorben los fosfatos en el suelo Viboral 9. Las figuras indican claramente dos zonas, una en donde el anión orgánico, si bien compite por los sitios de adsorción con el fosfato, aún no ha llegado a una concentración tal que inhiba por completo su adsorción (parte superior de la figura); en la otra zona (inferior) los niveles de ácidos orgánicos no sólo impiden que el fósforo recientemente añadido sea retenido por el suelo, más aún el fósforo originalmente retenido y que forma parte del fósforo nativo del suelo es (en estos niveles de concentración de los ácidos orgánicos tan elevados) parcialmente desorbido. La información presentada en las figuras señala a su vez que la capacidad para desorber fosfato es superior en el caso del ácido oxálico (respecto al málico) y permite finalmente escoger las concentraciones de aniones orgánicos que se utilizarán en los siguientes experimentos sobre competencia.

Experimento de adsorción de fósforo en presencia previa o simultánea de los ácidos orgánicos

En el caso de los suelos ácidos la información obtenida fue la misma, por lo que se presenta sólo la correspondiente al suelo de Mantecal (Figuras 3 y 4).

Las isothermas encontradas bajo las diferentes condiciones de experimentación fueron representadas contra C ; donde x es la cantidad de fósforo adsorbida (mg P/100 g suelo) y C es la concentración de fósforo en el equilibrio (mg P/l). En el caso de las isothermas de adsorción de fosfato construidas en ausencia del anión orgánico (20 y 40 horas), se encontró una dependencia del fenómeno de adsorción con el tiempo de equilibrio. Todavía a las 20 horas de agitación continua no se había obtenido el equilibrio, aunque por razones de conveniencia en la experimentación se tomó ese período como tiempo de equilibrio estándar para las reacciones de adsorción. Los tiempos de equilibrio mayores, que usualmente se utili-

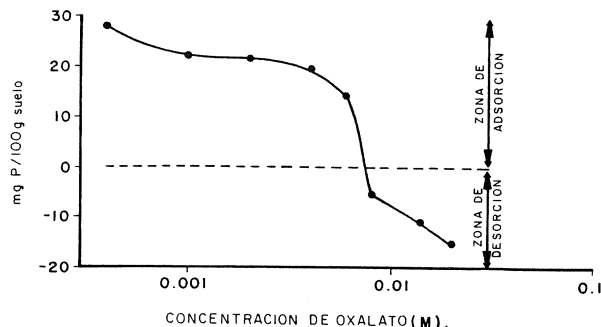


Fig. 2. Efecto de la concentración de oxalato en la adsorción de fósforo. Suelo viboral.

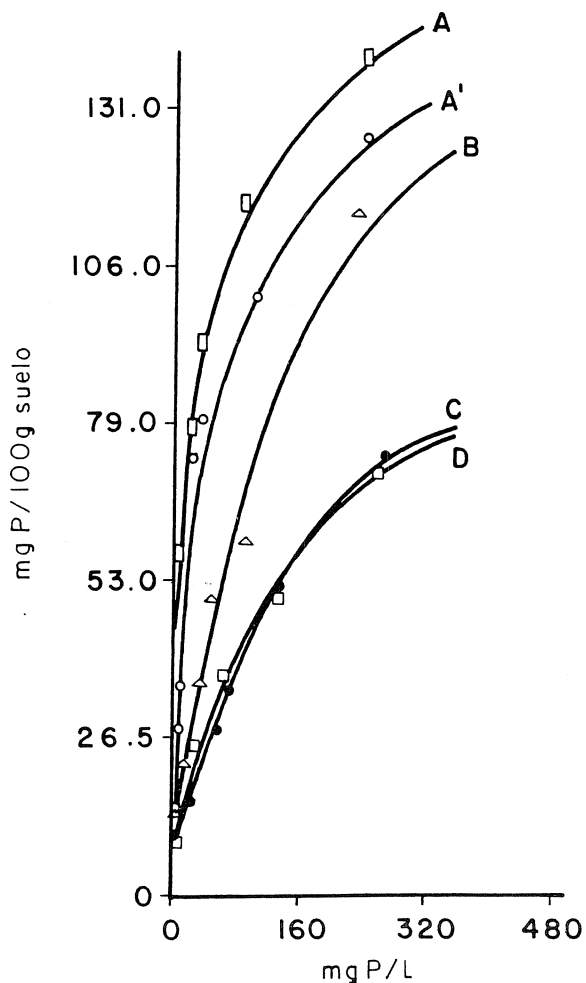
zan en el caso de estudios con suelos tropicales (3, 10), hubiesen complicado el esquema de experimentación. Es de notar que las dos curvas se aproximan bastante en los valores más bajos de P añadido, separándose a medida que incrementa la concentración de P en el equilibrio y por consiguiente el P retenido. Cuando se adsorbe el fosfato en presencia del malato o del oxalato las isothermas de adsorción caen siempre por debajo de las isothermas originales (en ausencia del ácido orgánico). Finalmente, las isothermas obtenidas cuando el ortofosfato se añade conjuntamente o después del malato tienden a confundirse en todo el rango de concentraciones y caen por debajo de las otras isothermas obtenidas. Los resultados presentados corroboran la información de Nagarajah *et al* (11) no obstante que estos autores trabajaron i) a muy bajas concentraciones, tanto de fosfato como del anión orgánico (ácido cítrico 0.0025 M) y ii) con sistemas sencillos (caolinita en lugar de suelos).

En suelos ácidos, el oxalato y el malato tienen un comportamiento similar (Figura 4), excepto en el caso de la adición previa de oxalato seguido por agitación con fosfato, las curvas de adsorción estuvieron por debajo de los resultados obtenidos con la adición simultánea malato-fosfato.

Las isothermas de adsorción obtenidas para el suelo calcáreo analizado (S 16) fueron idénticas a las obtenidas para los suelos ácidos y caolinita (11), exceptuándose un valor anómalo correspondiente a la curva de adsorción de fosfato previa adsorción de malato (Figura 5), en este caso la presencia previa de malato induce más bien una mayor adsorción de fosfato en lugar de un efecto competitivo.

Discusión y conclusiones

Los dos aniones estudiados son capaces de ocupar los sitios de adsorción de fosfatos en las superficies activas de suelos ácidos y calcáreos y por consiguiente, cuando añadidos a un sistema de adsorción, modi-

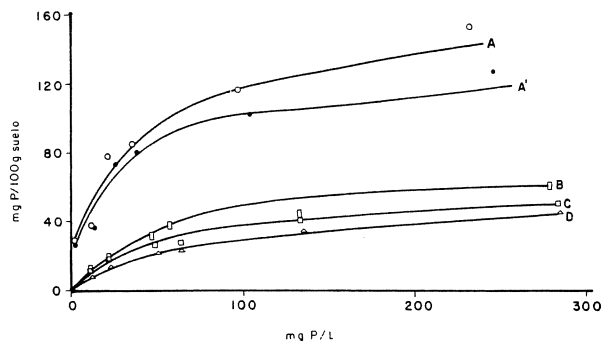


A = ADSORCIÓN DE FOSFATO EN AUSENCIA DE MALATO (40 horas)
 A' = ADSORCIÓN DE FOSFATO EN AUSENCIA DE MALATO (20 horas)
 B = ADSORCIÓN DE FOSFATO SEGUIDO DE ADSORCIÓN DE MALATO
 C = ADSORCIÓN DE FOSFATO Y MALATO SIMULTÁNEAMENTE
 D = ADSORCIÓN DE MALATO SEGUIDO DE ADSORCIÓN DE FOSFATO

Fig. 3. Efectos del malato en la adsorción de fosfato. Suelo mantecal.

fican en forma drástica la isoterma resultante. El desplazamiento de los iones ortofosfato por malato u oxalato no es una simple competencia, de ser así, el orden de adición de las especies iónicas, el cual se encontró que es un parámetro que define con precisión la forma de la isoterma, no afectaría el monto de P adsorbido. Más aún, en el caso de una simple competencia se esperaría que las isotermas, donde se ha añadido el ácido orgánico, se aproximasen más a la forma original a medida que aumentara la concentración de fosfato (11).

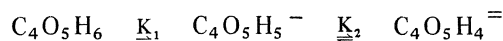
La presencia tanto del ácido orgánico como del ortofosfato afecta la carga neta de la superficie adsorbente, de manera tal que se cumplen las condiciones básicas para que ocurra la adsorción específica, en este caso la adsorción específica de ácidos con disociación incompleta -málico u oxálico- (4).



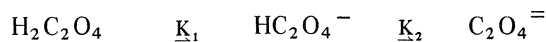
A = ADSORCIÓN DE FOSFATO EN AUSENCIA DE OXALATO (40 horas)
 A' = ADSORCIÓN DE FOSFATO EN AUSENCIA DE OXALATO (20 horas)
 B = ADSORCIÓN DE FOSFATO SEGUIDO DE ADSORCIÓN DE OXALATO
 C = ADSORCIÓN DE FOSFATO Y OXALATO SIMULTÁNEAMENTE
 D = ADSORCIÓN DE OXALATO SEGUIDO DE ADSORCIÓN DE FOSFATO

Fig. 4. Efectos del oxalato en la adsorción del fosfato. Suelo mantecal.

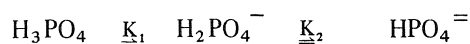
A los pH de experimentación ensayados, de acuerdo con la información presentada en el Cuadro 2, es posible encontrar al ácido málico en sus formas disociada $C_4O_5H_5^-$ y $C_4O_5H_4^{=}$ proveniente de:



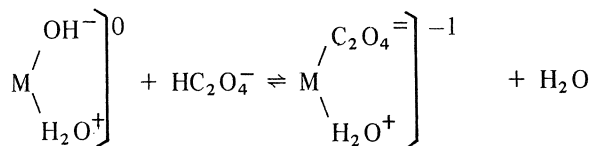
El ácido oxálico a su vez estaría disociado como



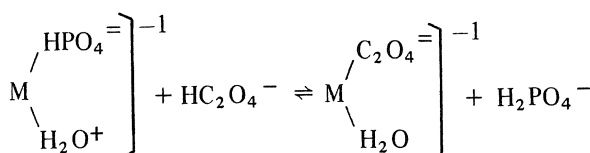
mientras, que el ácido fosfórico sólo se presentaría en las formas iónicas:

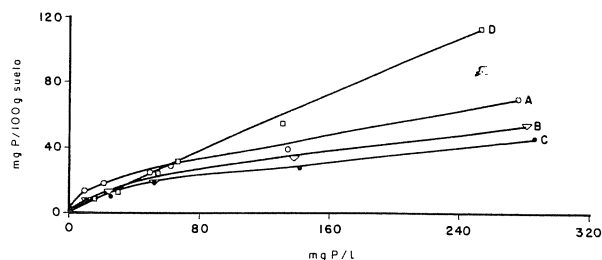


Las formas menos disociada de los ácidos orgánicos ($HC_2O_4^-$ y $C_4H_5O_5^-$) pueden actuar como aceptores y donadores y se adsorben haciendo la superficie más negativa en reacciones del tipo:



También podría el fosfato (p. ej. $H_2PO_4^-$) previamente adsorbido ser desplazado de su sitio de adsorción por el oxianión en una reacción de intercambio aniónico.





A: ADSORCION DE FOSFATO EN AUSENCIA DE MALATO (20 horas)
 B: ADSORCION DE FOSFATO SEGUIDO DE ADSORCION DE MALATO
 C: ADSORCION DE FOSFATO Y MALATO SIMULTANEAMENTE
 D: ADSORCION DE MALATO SEGUIDO DE ADSORCION DE FOSFATO

Fig. 5. Efecto del malato en la adsorción del fosfato. Suelo S-16.

Esta última reacción puede ocurrir cuando ambos aniones se encuentran en el sistema de adsorción, bien añadidos a diferentes tiempos, o simultáneamente.

Tanto el malato como el oxalato se adsorben con mayor especificidad (o más eficientemente) que el ortofosfato, fenómeno ratificado mediante las diferencias encontradas en las curvas de adsorción. Así, cuando el fosfato se añade primero que el anión orgánico, la isoterma original decae (alcanza un plateau a más bajas concentraciones de P añadido), pero esta disminución es mucho más acentuada cuando el ácido orgánico existe previamente en el sistema de adsorción. Dicho en otras palabras, ambos aniones orgánicos desorben más eficientemente el ortofosfato que éste a ellos, corroborando datos preliminares de Nagarajah *et al.* (11) y Flores (1) sobre interacción del citrato con caolinita y suelos ácidos, respectivamente.

El comportamiento anómalo encontrado para la adsorción de malato seguido por la adición de fosfato en el suelo calcáreo (S 16, Figura 5) no tiene una explicación sencilla. Al parecer, debido a las características alcalinas del suelo todas las soluciones emplea-

das fueron tamponadas por encima de su segunda constante de disociación (pK_2 5.05), por lo que el ácido orgánico se encontraba, en una buena proporción, completamente disociado (Cuadro 2). De acuerdo a la hipótesis de Hingston *et al.* (4) las especies aniónicas completamente disociadas, al no presentar protones (que al disociarse hagan la superficie más negativa) no son adsorbidos específicamente, no debiendo tener, la presencia del malato disociado un efecto marcado sobre la adsorción de ortofosfato. El mismo argumento debería ser válido para la adsorción (en el suelo calcáreo) del oxalato cuya última constante de disociación es aún menor (4.27) que la del ácido málico.

Sin embargo, en el caso de la adición de oxalato, una cierta proporción del calcio es acomplejado por el anión orgánico formando oxalato de calcio (con bajo producto de solubilidad) formando un precipitado, excluyendo parte del calcio activo en la fijación del fósforo en suelos calcáreos (9). La evidencia experimental reportada sugiere extender el estudio a un mayor número de suelos calcáreos así como realizar ensayos con algunas fuentes de carbonatos.

Resumen

Se estudia la competencia entre aniones orgánicos (oxálico y málico) y los iones ortofosfato por los sitios de adsorción en suelos tropicales ácidos y calcáreos.

Un conjunto de experimentos en que se combinan la presencia de estos ácidos carboxílicos con adsorción previa y/o simultánea de fosfato indican que: i) tanto el malato como el oxalato se adsorben con mayor especificidad a las superficies activas de los suelos que el ortofosfato, ii) el desplazamiento del fósforo por el anión orgánico no es un simple fenómeno de competencia ya que es afectado, tanto por el orden de adición, como por la concentración del sustrato, iii) el oxalato tiene mayor capacidad para desorber ortofosfato que el anión malato.

Cuadro 2. Constantes de disociación de los ácidos empleados y pH final de los puntos del isoterma de adsorción (fosfato seguido del anión orgánico).

Anión	Constante de disociación			Anión	Suelos usados			
	pK_1	pK_2	pK_3		Mantecal	Q 10	Viboral 9	S-16
Malato	3.46	5.05	—	Malato	pH			
Oxalato	1.27	4.27	—	Oxalato				
Fosfato	2.03	6.77	12.44	Fosfato				
					4.80-5.70	3.80-4.10	4.80-5.00	6.00-8.00
					5.00-5.70	4.00-4.10	5.00-5.70	6.20-8.00

Se presentan las posibles reacciones de adsorción y de intercambio (competencia), tanto del ortofosfato como del malato y del oxalato.

Literatura citada

- 1 FLORES, D. Desorción y adsorción de fosfato en suelos. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Biología. Universidad Central de Venezuela. 1974.
- 2 FOGG, D. N. y WILKINSON, N. T. The colorimetric determination of phosphorus. *Analyst* 83:406-414. 1958.
- 3 FOX, R. L. y KAMPRATH, E. J. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soil. *Soil Science Society of America Proceedings* 34:902-907. 1970.
- 4 HINGSTON, F. J., POSNER, A. M. y QUIRK, J. P. Anion adsorption by goethite and gibbsite. I. The role of the proton in determining adsorption envelopes. *Journal Soil Science* 23:177-190. 1972.
- 5 LOPEZ-HERNANDEZ, D. y BURNHAM, C. P. The effect of pH on phosphate adsorption in soils. *Journal Soil Science* 25:207-216. 1974.
- 6 LOPEZ-HERNANDEZ, D. y FLORES, D. La desorción de fosfatos en suelos. Implicaciones fisiocológicas en el proceso. *Acta Científica Venezolana* 30:23-35. 1977.
- 7 LOPEZ-HERNANDEZ, D., RODRIGUEZ, J. V., SIEGERT, G. y FLORES, A. D. La desorción de fosfato retenido en suelos ácidos mediante diferentes formas iónicas de los aniones: oxalato, malato y citrato. *Acta Científica Venezolana* 28:138-141. 1977.
- 8 LOPEZ-HERNANDEZ, D. y BURNHAM, C. P. The covariance of phosphate availability with other soil properties in some British and Tropical Soils. *Agrochimica* 22:150-159. 1978.
- 9 LOPEZ-HERNANDEZ, D., FLORES, D., SIEGERT, G. y RODRIGUEZ, J. V. The effect of some organic anions on phosphate removal from acids and calcareous soils. *Soil Science* 128:321-326.
- 10 LOPEZ-HERNANDEZ, D., CORONEL, I. y ALVAREZ, L. Uso de la isoterma de adsorción para evaluar requerimientos de fósforo. I. Isotermas de adsorción de los suelos. *Turrialba* 31:169-180. 1981.
- 11 NAGARAJAH, S., POSNER, A. M. y QUIRK, J. P. Desorption of phosphate from kaolinite by citrate and bicarbonate. *Soil Science Society of America Proceedings* 32:507-510. 1968.
- 12 OBIHARA, C. H. y RUSSELL, E. G. Specific adsorption of silicate and phosphate by soils. *Soil Science* 23:105-117.
- 13 ROTINI, O. T. L'importance de la matière organique pour la productivité des sols dans la région Méditerranéenne au cours de l'histoire. In *Soil Organic Matter Studies* (IAEA Vienna) 2:3-8. 1977.
- 14 TINKER, P. B. y SANDERS, F. E. Rhizosphere microorganisms and plant nutrition. *Soil Science* 119:363-368. 1975.

Summary

This work contributes to the knowledge of the insect fauna associated with crops of Passiflora mollissima, P. edulis f. flavicarpa y P. quadrangularis in the Department of Valle del Cauca, Colombia. For each species of insect, the relationship to the host plant is described, including type and importance of damage. Some predator-prey interactions observed under natural conditions may serve as a basis for methods of biological control. Some cultural control methods also are suggested.

Introducción

El género *Passiflora* tiene cerca de 400 especies, la mayoría originarias del Nuevo Mundo, con unas pocas en el antiguo continente (20). Algunas se cultivan como plantas ornamentales o con fines alimenticios, utilizando sus frutos para la elaboración de jugos y derivados. Entre las especies de mayor importancia se destacan, *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey (curuba) que se encuentra en los países Andinos, Centroamérica y California.

La planta se caracteriza por su tallo cilíndrico cubierto de un vello muy suave amarillento, flor rosada brillante con un receptáculo tubuloso glabro; crece desde los 2 000 hasta 3 500 m de altura sobre el nivel del mar y florece durante todo el año (27).

La *P. edulis* es nativa del sur del Brasil y se distribuyó en los trópicos y subtropicos durante el siglo XIX. Hay dos formas de esta especie: *P. edulis* f. *edulis* cuyo fruto es de color morado y crece en los trópicos secos, y la *P. edulis* f. *flavicarpa* conocida

como maracuyá que corresponde a una mutación de la f. *edulis*. Se distingue por poseer frutos de color amarillo, mayor tamaño y sabor más ácido; crece en tierras bajas tropicales, adaptándose a una gran variedad de suelos con excepción de los muy pesados y de mal drenaje. La fructificación se ve afectada por un exceso de lluvias en el momento de la floración, ya que previenen la polinización (20). *P. quadrangularis* L. (badea) aunque es nativa de Sur América, se cultiva en climas cálidos y templados de los trópicos; se conoce por sus tallos cuadrangulares, pecíolos trigonos provistos de tres pares de glándulas y frutos que alcanzan hasta los 25 cm de longitud (27).

En Colombia el consumo y la demanda de los frutos de *Passiflora* es cada día más grande, por lo cual se hace necesario intensificar y tecnificar las formas de cultivo. El incremento de la producción depende de la protección que tengan las plantas al ataque de insectos y otros organismos causantes de enfermedades; por lo tanto, es necesario conocer no sólo sus plagas, sino también su control biológico a fin de combatirles evitando el desequilibrio de las poblaciones animales.

Curuba (*Passiflora mollissima* Bailey)

En Colombia Jaramillo (11) inició en la Sabana de Bogotá la evaluación del rendimiento de este cultivo, encontrando lesiones ocasionales en forma de manchas sobre las hojas y frutos producidos por insectos chupadores que no fueron identificados.

¹ Recibido para publicación el 25 de octubre de 1983. Se agradece al Comité de Investigaciones de la Universidad del Valle y al Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS, el apoyo económico que nos ha brindado para el desarrollo de este trabajo. Al personal técnico y estudiantes del Departamento de Biología por su oportuna colaboración en el trabajo de campo y laboratorio.

* Departamento de Biología Universidad del Valle Apartado 2188. Cali, Colombia.

En el Departamento de Nariño, en la Granja Experimental de Botana, Schoniger (25), hizo estudios sobre el mejoramiento del cultivo y enfatizó en la importancia que ejercían los cultivos vecinos y las espalderas como hospedantes alternos de insectos que atacan la curuba; además informó sobre el daño de *Agraulis junco* Cramer cuya larva se alimenta de hojas, el gusano del mesocarpio *Anastrepha* sp. y el cortador del cogollo que daña las yemas terminales. Lugo *et al.* (12) en el altiplano de Pasto encontraron larvas de *Diacrisia aeruginosa* Felder, *Dione glycera* (C.R. Felder), *Cyanotrichia necyria* Felder y *Acrocercops* sp. (Lepidoptera), *Empoasca dimorpha* Ruppell (Cicadellidae), alimentándose del follaje de la curuba; y el cogollero *Pyrausta* sp. cuyo daño fue el más importante.

En el Departamento de Boyacá, Poveda y Delgado (19) trabajaron con *Heterachtes* sp. y *Nyssodrys* sp. (Cerambycidae) cuyas larvas son barrenadoras del tallo de la curuba. Ariza *et al.* (2) informaron sobre un Pyralidae, posiblemente del género *Syllepsis*, que perfora las flores de la curuba reduciendo en un 60% la producción de frutos. Rodríguez *et al.* (21) en el Municipio de Nuevo Colón, registraron 26 especies de insectos destacando como plagas de importancia económica a *Eurysthea obliqua* Serville e *Ibidion* sp. (Cerambycidae) y *Syllepsis* sp. (Pyralidae). En el Departamento de Antioquia, Urueta (28) identificó a *Selenaspis articulatus* Morgan (Diaspididae) localizado en el tronco, hojas y frutos y a *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) atacando frutos. De este mismo género, Steyskal (26) describe a *D. curubae* colectada en Colombia sobre *P. mollissima* y a *D. inedulis* proveniente de Panamá sobre *P. edulis*. En Hawaii la *P. mollissima* crece como una maleza que compite con otras plantas, creando la necesidad de buscar agentes potenciales para su control. Waage *et al.* (30) estudiaron la preferencia de oviposición y de alimentación larval de nueve especies de mariposas del género *Heliconius*, encontrando que algunas pueden ser consideradas promisorias.

Maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa* DeGener) y badea (*P. quadrangularis* Linne).

Para el cultivo de maracuyá en Australia, Murray (15) destaca la importancia de la mosca de la fruta *Dacus tryoni* (F.), la escama roja *Aonidiella aurantii* (M.), el ácaro *Brevipalpus phoenices* (G.) y el piojo *Planococcus citri* (R.).

En Hawaii, Nishida *et al.* (16) informa sobre las moscas de la fruta *Dacus dorsalis*, *D. cucurbitae* y *Ceratitis capitata*; los ácaros *Brevipalpus phoenicis*, *Tetranychus telarius* y *Hemitarsonemus latus*, entre otras plagas, los áfidos *Myzus persicae* y *Macrosiphum*

solanifolii, la escama *Ceroplastes cistudiformes* y *Solenothrip rubrocinctus*.

En el Brasil, Manica (13) menciona como plagas *Dione junco junco* y *Agraulis vanillae vanillae* (Lepidoptera), *Ceratis capitata*, *Anastrepha grandis* A. *pseudoparallela*, *A. nombrimpraeoptans* y *A. consobrina* (Diptera); *Diactor bilineatus* y *Holymenya clavigera* (Hemiptera); *Myzus persicae* y *aphis gossypii* (Aphididae).

En Colombia, Castellar y Figueroa (4) estudiaron la biología de *Agraulis vanillae* (L.) y *Mechanitis veritabilis* (Butler) dos plagas de importancia en el maracuyá.

En el Occidente Antioqueño, Urueta (28) en ambos cultivos, identificó los chinches de los frutos *Anisoscelis flavolineata* Blanchard y *Leptoglossus conspersus* Stal (Coreidae), a los gusanos cosecheros, *Agraulis junco* (L.), *A. vanillae* (L.), *Eueides isabella hubneri* (Lepidoptera) y a *Xylocopa* sp. como polinizador.

Posada *et al.* (17) del Instituto Colombiano Agropecuario, en su lista de insectos dañinos en Colombia, recopilan 39 especies de insectos pertenecientes a 19 familias que atacan a las granadillas, curubas, badea y maracuyá; Figueroa (9) menciona: 34 especies potencialmente dañinas en las pasifloráceas de Colombia.

Area de estudio

Las observaciones se hicieron en diferentes zonas del Departamento del Valle del Cauca donde se cultivan en forma intensiva algunas especies de *Passiflora*. En el Cuadro 1 se consignan las diferentes localidades y sus características climatológicas.

Métodos

De marzo de 1980 a marzo de 1983, se hicieron visitas frecuentes a las diferentes plantaciones de *Passiflora* para observar la distribución de los insectos asociados a estos frutales teniendo en cuenta las siguientes características: extensión, altura sobre el nivel del mar, edad de las plantas y algunos métodos culturales utilizados por los agricultores. En condiciones de campo siguiendo la técnica de observación visual, se determinó hasta donde fue posible la relación planta-herbívoro predador-presa y otro tipo de asociación importante para elucidar el papel de las diferentes especies de insectos. Simultáneamente por medio de un muestreo manual, se colectaron los insectos en diferentes estados de desarrollo (huevo-larva-pupa-adulto) los cuales se criaron en condiciones de laboratorio con el fin de estudiar sus hábitos alimenticios, ciclo

Cuadro 1. Principales zonas donde se cultivan las Passifloraceas en el Departamento del Valle del Cauca.

Cultivo	Localidad	Altura (msnm)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa (%)	Zona de vida
Curuba	El Moral	2 030	—	—	Bosque muy húmedo montano bajo
	Tenerife	2 520	13.73	81	
	Los Andes	3 100	8.70	81	
Maracuyá y Badea	Cerrito	972	23.90	73.25	Bosque seco Tropical
	Guacarí				
	Ginebra	740	24.5	—	Bosque muy seco Tropical
	Loboguerrero				
Estación Experimental-Univalle-Cali	970	24.0	67.15	Bosque seco Tropical	

de vida y enemigos naturales. Algunos insectos en estado adulto, fueron colectados en trampa de luz negra.

Resultados y discusión

Durante el período de estudio se registraron 124 especies pertenecientes a 56 familias. El 37.7% correspondió al cultivo de la curuba, el 44.2% al maracuyá y el 18.1% a la badea; la distribución por órdenes para cada una de estas Passifloras se presenta en la Figura 1.

En el Cuadro 2 se menciona cada una de las especies fitófagas encontradas, su determinador, cultivo hospedero, estado de desarrollo que causa el daño y hábito alimenticio.

Al analizar aspectos básicos como hábitos alimenticios, daño ocasionado y frecuencia del insecto en la planta, se consideró que los siguientes herbívoros son los de mayor importancia para estos frutales.

Cultivo de curuba

Barrenadores del Tallo

Aepytus (Pseudodalaca) sarta (Schaus)

Morfología: Rojas de Hernández y Chacón de Ulloa (23) dan una descripción detallada de esta plaga. El huevo se deposita en la corteza del tallo y es de color amarillo claro, superficie lisa, esférico y con un diámetro promedio de 0.65 mm. El cuerpo de la larva es delgado y cilíndrico, de color crema con la cabeza café rojiza bien quitinizada y alcanza una longitud de 38 mm al completar su desarrollo. La pupa es de tipo obsecta incompleta y se distinguió por su cabeza trun-

cada; es de color castaño claro, con una longitud promedio de 39 mm en la hembra y 34 mm en el macho. El adulto es una polilla pilosa (longitud: 30 mm expansión alar: 45 mm de color pardo claro y antenas plumosas.

Daño: la larva barrena el cuello de la raíz y ocasionalmente las ramas superiores construyendo una galería profunda que llega hasta la médula (Figura 3a) y a medida que se alimenta va expulsando al exterior una mezcla de aserrín y heces formando una mota típica a la entrada del túnel, lo cual es un síntoma del ataque del insecto.

En plantas de curuba menores de 1 año se encuentra una sola larva, mientras que en las de 6 a 8 años se pueden desarrollar hasta 5 larvas, causando una marchitez lenta que sirve como focos de infestación.

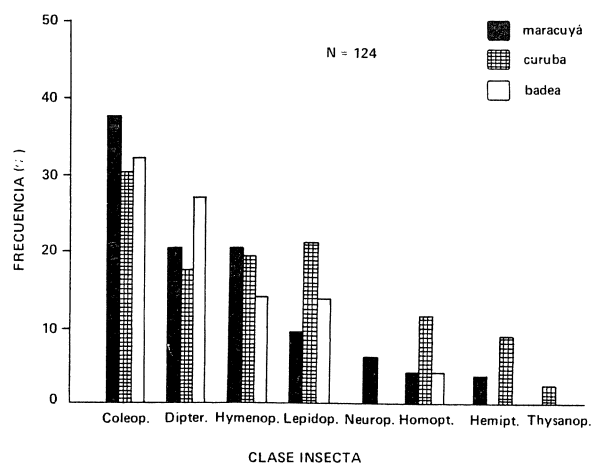


Fig. 1. Distribución por Orden de las especies colectadas en los cultivos de maracuyá, curuba y badea.

Cuadro 2. Insectos plaga o potencialmente dañinos, asociados a los cultivos de Curuba, Maracuyá y Badea en el Valle del Cauca.

Orden	Familia	Nombre Científico	Determinado por	Estado de desarrollo que causa daño	Hábito alimenticio
Hospedero: Curuba (<i>Passiflora mollissima</i> Bailey)					
Lepidoptera	Geometridae	<i>Sabulodes</i> sp. poss. <i>matrica</i> Druce	D. C. Ferguson (IIBIII)	Larva	Comedor de Follaje
		<i>Sabulodes</i> sp.	D. C. Ferguson	Larva	Comedor de Follaje
	Heliconiidae	<i>Dione juno</i> (Cramer)	R. Torres (Universidad del Valle)	Larva	Comedor de Follaje
		<i>Dione glycera</i> (C. y R. Felder)	R. Torres	Larva	Comedor de Follaje
	Hepialidae	<i>Aepytus pseudotalaca</i> (Schauinsland)	N. B. Tindale (Adelaida Museum)	Larva	Barrenador del tallo
		<i>Peridroma saucia</i> (Hubner)	R. W. Poole y D. M. Weisman (IIBIII)	Larva	Comedor de flores
	Noctuidae	<i>Copitarsia consisteta</i> (Walker)	R. W. Poole y D. M. Weisman	Larva	Comedor de flores
		<i>Odonna passiflorae</i> Clarke	J. F. Gates Clarke (Smithsonian Inst.)	Larva	Barrenador del tallo
	Pyralidae	<i>Pyrausta perelegans</i> Hampson	D. C. Ferguson	Larva	Barrenador de cogollos, botones, flores y frutos.
		<i>Palpita quadrismigalis</i> (Guenee)	D. C. Ferguson	Adulto capturado en trampa de luz	Desconocido
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Lepturges</i> sp.	T. J. Spilman (IIBIII)	Larva	Barrenador del tallo
		<i>Stizocera</i> sp.	T. J. Spilman	Larva	Barrenador del tallo
	Cantharidae	<i>Cantharis</i> sp.	R. D. Gordon (IIBIII)	Adulto	Colectado sobre follaje
		<i>Naupactus</i> sp.	D. R. Whitehead (IIBIII)	Adulto	Colectado sobre follaje
	Curculionidae	<i>Xestogaster</i> sp.	D. R. Whitehead	Adulto	Colectado sobre follaje
		<i>Exorides</i> sp.	D. R. Whitehead	Adulto	Colectado sobre follaje
	<i>Macrostylus</i> sp.	D. R. Whitehead	Adulto	Colectado sobre follaje	

Chrysomelidae	<i>Diabrotica</i> poss. <i>undecimpunctata</i> Mannerheim	R. White (IIBH)	Adulto	Masticador de hojas y flores
	<i>Monomacra</i> sp.	R. White	Adulto	Masticador de flores
	<i>Nodonota</i> sp. nr. <i>virgilata</i> Lefevre	R. White	Adulto	Colectado en flores
Elatridae	<i>Megapanthia</i> sp.	T. J. Spilman	Adulto	Colectado sobre follaje
	<i>Agriotes</i> sp.	T. J. Spilman	Adulto	Colectado en follaje
Scolytidae	<i>Chramesus hispinus</i> Wood	S. L. Wood (Brigham Young Univ.)	Larva-adulto	Minador de ramas secas
Diptera	<i>Zaprionus</i> <i>salicicola</i> Wheeler	M. R. Wheeler (Univ. Texas at Austin)	Larva	Comedor de botones florales
	<i>Scaptomyza pallida</i> (Zetterstedt)	W. N. Mathis (Smithsonian Inst.)	Adulto	Desconocido
Lonchaeidae	<i>Lonchaea cristata</i> McAlpine	J. F. McAlpine (Agriculture Canada)	Larva	Comedor de botones florales
Lauaniidae	Género desconocido	W. N. Mathis	Adulto	Desconocido
Seisidae	Desconocido	W. W. Wirth (IIBH)	Adulto	Frecuenta cogollos y ramas jóvenes
Homoptera	<i>Dalbulus</i> sp.	J. P. Kramer (IIBH)	Adulto	Colectado sobre follaje
	<i>Agriotes</i> sp.	T. J. Spilman	Adulto	Colectado sobre follaje
	<i>Onega fassli</i> Young	J. P. Kramer	Adulto	Colectado sobre follaje
	<i>Trichogona ardentula</i> Bredin	J. P. Kramer	Adulto	Colectado sobre follaje
	<i>Stelidiana crassa</i> (Walker)	J. P. Kramer	Adulto	Colectado sobre follaje
Thysanoptera	<i>Frankliniella auripes</i> Hood	S. Nakahara (IIBH)	Adulto	Comedor de polen
Lepidoptera	<i>Langstonia</i> sp.	M. R. Hernandez y P. Ch. Ulloa Univ. del Valle	Larva	Barrenador de tallo
Heliconiidae	<i>Dione niois</i> (Cramer)	R. Torres	Larva	Comedor de follaje
	<i>Agraulis vanillae forbesi</i> Michener	R. Torres	Larva	Comedor de follaje

Continúa . . .

Continuación del Cuadro 2.

Hospedero: *Curuba (Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)*

Orden	Familia	Nombre Científico	Determinado por	Estado de Desarrollo que causa daño	Hábito
		<i>Heliconius (Euetes) isabella</i> Cramer	R. Torres	Larva	Comedor de follaje
	Noctuidae	<i>Spodoptera ornitogalli</i>	H. Vargas Univ. del Valle	Larva	Comedor de follaje
Coleoptera	Curculionidae	<i>Paraschoenus</i> sp.	D. R. Whitehead	Adulto	Colectado en flores
	Chrysomelidae	<i>Nodonota</i> sp.	R. White	Adulto	Colectado en flores
		<i>Sphaeropsis</i> sp. nr. <i>humeralis</i> Lefevre	R. White	Adulto	Colectado en flores
		<i>Mactolaspis</i> sp. Furyscopa	P. Ch. Uilola	Adulto	Masticador de follaje
		<i>Euryscopa emarginata</i> Latreille	R. White	Adulto	Masticador de follaje
		<i>Diabrotica</i> spp.	R. White	Adulto	Masticador de follaje
Coleoptera	Elateridae	<i>Conoderus</i> sp.	T. J. Spilman	Adulto	Colectado sobre follaje
	Lampyridae	<i>Apsisoma</i> sp.	R. D. Gordon (IIBIII)	Adulto	Asociado a nectarios
		<i>Elychmia</i> sp.	R. D. Gordon	Adulto	Asociado a nectarios
	Lycidae	poss. <i>Phauliognathus</i> sp.	R. D. Gordon	Adulto	Asociado a nectarios
	Nitidulidae	Desconocido		Adulto	Asociado a frutos
	Phalacridae	<i>Acyloinus calcitrans</i> Casey	W. Steiner (Smithsonian Inst.)	Adulto	Colectado sobre follaje
	Rhizophagidae	<i>Smicrips</i> sp.	J. M. Kingsolver (IIBIII)	Adulto	Colectado sobre follaje
	Scarabaeidae	<i>Leucotrypes</i> sp.	R. D. Gordon	Adulto	Masticador de follaje
	Tenebrionidae	<i>Epitragus</i> sp.	T. J. Spilman	Adulto	Asociado a flores
Diptera	Drosophilidae	<i>Pseudiastata pseudococcivora</i> Sabrosky	W. N. Mathis	Adulto	Colectado sobre follaje
	Loncneidae	<i>Dasiops medulus</i> Steyskal	J. F. Mcalpine	Larva	Comedor de botones florales
	Otitidae	<i>Euxesta</i> sp.	R. H. Foote (IIBIII)	Adulto	Colectado sobre follaje

Homoptera	Aleyrodidae	<i>Hexateurodicitus</i> sp.	L. M. Russell (IIBIII)	Ninfa-Adulto	Chupador de follaje
	Coccidae	<i>Ceroplastes</i> sp.	F. Mosquera (Down)	Ninfa	Chupador de ramas y hojas
Hemiptera	Coreidae	<i>Leptoglossu</i> sp.	T. J. Henry (IIBIII)	Ninfa-Adulto	Chupador de frutos
Acarí	Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.	M. R. Hernández y P. Ch. Ulloa	Ninfa-Adulto	Chupador de follaje
Hospedero: <i>Badea (Passiflora quadrangulata</i> L.)					
Lepidóptera	Blastobasidae	Género desconocido	R. W. Hodges (IIBIII)	Larva	Masticador de cáliz seco y fruto
	Heliconiidae	<i>Dione tino</i> (Cramer)	R. Torres	Larva	Comedor de follaje
	Pyralidae	<i>Pococera</i> sp.	D. C. Ferguson	Larva	Comedor de cáliz seco y fruto
Coleoptera	Anthribidae	<i>Araecerus fasciculatus</i> Degeer	R. White	Larva-Adulto	Comedor de cáliz seco y fruto
	Chrysomelidae	<i>Monomacra</i> sp.	R. White	Adulto	Masticador de botones florales
	Nitidulidae	<i>Colopterus posticus</i> Er.	W. A. Connell (IIBIII)	Larva-Adulto	Asociado a frutos
		<i>Haptonicus luteolus</i> (Er.)	W. A. Connell	Larva-Adulto	Asociado a frutos
		<i>Colopterus amputatus</i> (Er.)	W. A. Connell	Larva-Adulto	Asociado a frutos
		<i>Colopterus</i> sp.	J. M. Kingsolver	Larva-Adulto	Asociado a frutos
Diptera	Tenebrionidae	<i>Epitragus</i> sp.	T. J. Spilman	Adulto	Colectado sobre follaje
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	W. N. Mathis	Adulto	Colectado sobre follaje
	Lauaxaniidae	<i>Sapromyza</i> sp.	W. N. Mathis	Adulto	Colectado sobre follaje
	Lonchaeidae	<i>Daslops medullis</i> Stevskal	J. F. Mcalpine	Larva	Comedor de botones florales
	Tephritidae	<i>Anastrepha pallidipennis</i> Guerne	R. H. Foote (IIBIII)	Larva	Comedor de frutos
		<i>Euaesta</i> sp.	R. H. Foote	Adulto	Colectado sobre follaje
		<i>Neotarcia</i> sp.	R. H. Foote	Adulto	Colectado sobre follaje
Hemiptera	Coreidae	<i>Anisocelis marginella</i> (Dallas)	T. J. Henry	Ninfa-Adulto	Chupador de frutos
		<i>Leptoglossus zonatus</i> (Dallas)	T. J. Henry	Ninfa-Adulto	Chupador de frutos
Homoptera	Pseudococcidae	poss. <i>Phenacoccus</i> sp.	P. Ch. Ulloa y M. R. Hernandez	Ninfa	Chupador de ramas y hojas
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes entrocephalus</i> (Ltr.)	M. R. Hernández y P. Ch. Ulloa	Adulto	Raspador de frutos

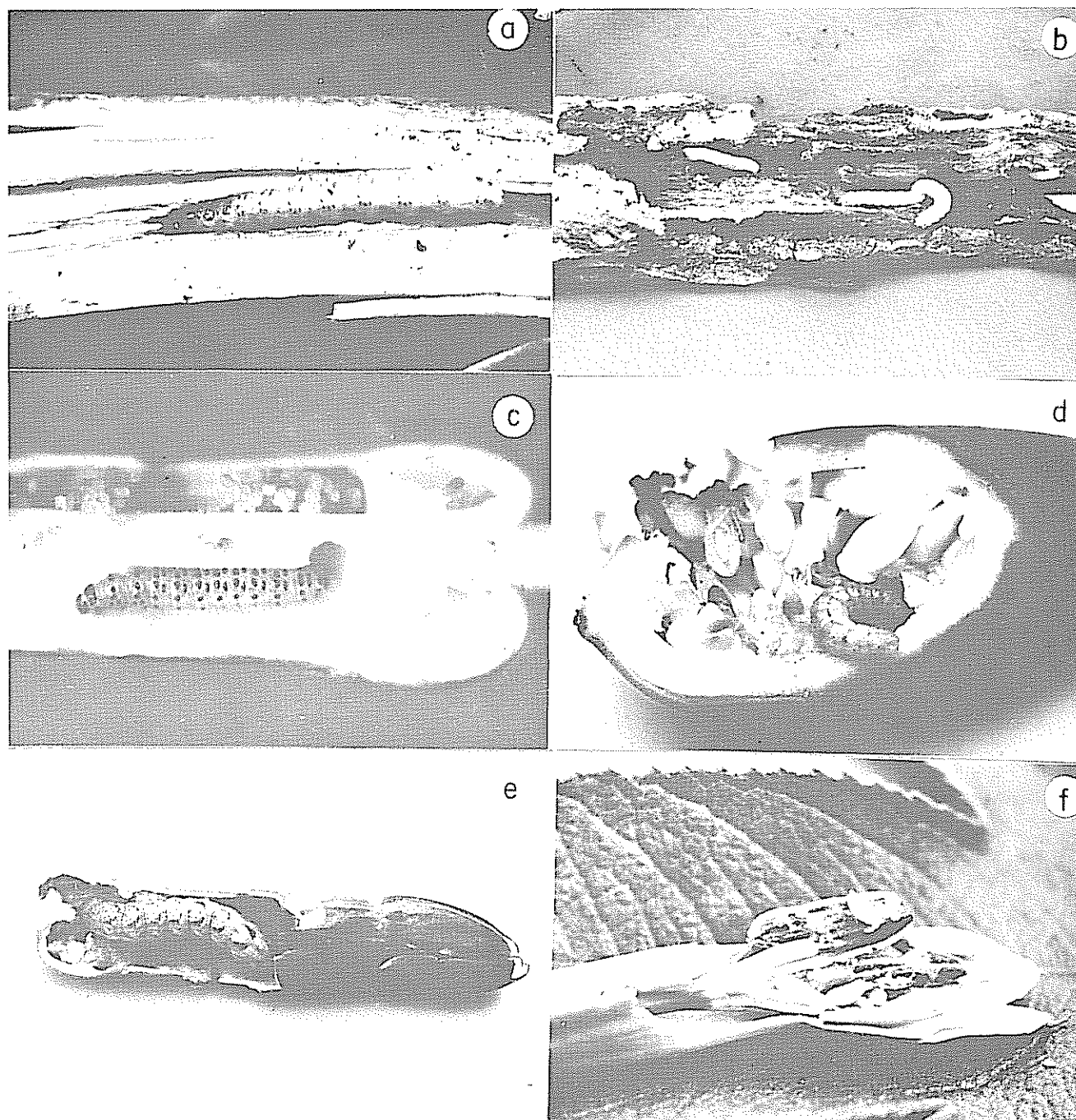


Fig. 2 Plagas de la curuba: a Larva de *Acropyga seta* (Schaus); b Tronco de curuba barrenado por larvas de Oecophoridae; c Larva de *Pyrausta perclengans* H; d Rama afectada por *P. perclengans*; e *Peridroma saucia* (H) en flor de curuba; f larvas de *Zapriothrica salchrosa* W

La infestación por *A. seta* depende del tipo de espaldera utilizada para apoyo de la enredadera, porque la madera de algunos árboles de la zona, especialmente floramarillo (*Cassia tomentosa*) y cerezo (*Malpighia glabra*), es empleada para desempeñar esta función y en condiciones naturales son susceptibles al ataque del

barrenador. Se sugiere utilizar madera resistente como el mangle (*Rhizophora mangle*) o postes de cemento.

Odonna passiflorae Clarke

Morfología: la larva de último instar tiene una

longitud promedio de 18 a 21 mm, una cabeza de color castaño claro y un cuerpo crema con superficie lisa provisto de setas, su distribución está dada en el estudio de Chacón (13) sobre los estados inmaduros de esta especie. La pupa es tipo obtecta, de color amarillo oscuro y de 9.5 a 13.0 mm de longitud. El adulto según Clarke (5) es una polilla de 24-30 mm de expansión alar; la cabeza y el tórax son de color grisáceo, mientras que el abdomen es verde oliva dorso-anterior y grisáceo dorso posteriormente, antenas simples de color vicuña con barras café grisáceas.

Daño: se manifiesta externamente porque el tallo principal y las ramas laterales presentan estriaciones longitudinales en medio de las cuales se encuentran minúsculos granos de aserrín y heces, y por un sobrecrecimiento en forma de nódulos. Al retirar la corteza se observa que las larvas congregadas, encontrándose en grupos numerosos y en diferentes estados de desarrollo (Figura 2b); se alimentan inicialmente taladrando la corteza y formando galerías irregulares que van en diferentes direcciones y terminan por destruir totalmente el tronco. La pupa se forma dentro del tallo en medio de los túneles construidos por la larva.

Control biológico: el estado larval es afectado por el hongo *Beauveria bassiana* y por un Ichneumonido posiblemente del género *Neotheronia*.

Asociados a flores

Pyrausta perelegans (Hampson)

Morfología: la larva joven mide 1.95 mm y es de color verde destacándose la pigmentación de la placa cervical y las pináculos (Figura 2c); la coloración va desapareciendo a medida que transcurre su desarrollo, hasta alcanzar una longitud máxima de 23.8 mm. La pupa es obtecta, café y mide en promedio 13.24 mm; el adulto es un microlepidóptero (longitud: 14 mm, expansión alar: 35 mm) de cuerpo pardo, alas semi-transparentes de color amarillo con los márgenes costales y área apical del ala anterior de coloración rosado oscuro (24).

Daño: la larva coloniza las plantas desde los seis meses de edad y seguidamente durante todo el período vegetativo. El ataque se presenta inicialmente en los cogollos al ser barrenados por larvas de los primeros instares, encontrándose un promedio de 8.0 individuos por cogollo con un mínimo de 4.0 y un máximo de 12.0. Posteriormente pasan a alimentarse de los botones y flores jóvenes (Figura 2c) consumiendo el nectario, androginóforo y fruto joven (Figura 2d). El porcentaje de infestación por esta especie asciende aproximadamente a un 70% en la época seca, constituyéndose en una de las plagas de mayor importancia para el cultivo de la curuba.

Control biológico: como base para un posible manejo de *P. perelegans*, se destaca el parasitismo larval ejercido por los himenópteros, *Sathon* sp. (*Braconidae*) emergiendo un promedio de 11.0 adultos de la avispa por larva afectada y de *Enytus* sp. (*Ichneumonidae*), de la cual se obtiene una avispa por cogollo.

Peridroma saucia (Hubner)

Morfología: el huevo es hemisférico con un diámetro promedio de 0.7 mm por 0.5 mm de altura y están provistos de costas radiales en un número aproximado de 64 a 70 (1). En la curuba los huevos son puestos en grupos de 244 en el envés de las hojas; recién depositados son de color blanco crema y próximos a la eclosión presentan una tonalidad violácea.

El aspecto de la larva es variable, de forma que recién nacida mide 0.97 mm, es de color café rosáceo y posee setas largas; en el último instar toma una coloración café grisácea, la superficie del cuerpo es lisa y tiene 40 mm de longitud. La pupa es obtecta y café, con una longitud de 18.1 mm. El adulto es una polilla, (longitud: 18.6 mm, expansión alar: 39 mm), con las alas anteriores de color rojo carmín mientras que las posteriores son claras dejando ver perfectamente la venación.

Daño: las larvas se ubican primordialmente en el tercio basal de la enredadera donde consumen las flores a nivel del tálamo que soporta los órganos sexuales, llegando a trozarlo por completo; esto causa la caída de la estructura floral, disminuyendo la fructificación (Figura 2e). En épocas de verano, durante los meses de junio a setiembre, se observó que un 64% de las flores caídas estaban infestadas por *P. saucia*.

Control biológico: los estudios de Chacón de Ulloa y Rojas de Hernández (7) determinan que aunque la población de *P. saucia* es alta en la época seca, hay varios enemigos naturales que ayudan al control de la plaga en un 57%. Entre los parásitos se encuentran los Dípteros, *Incarnya* sp. (*Tachinidae*) y *Megaseilia* sp. (*Horidae*); entre los predadores, el coleóptero *Anisotarus* sp. (*Carabidae*) y como patógenos, se encontraron larvas afectadas por nematodos (*Pseudodiplogasteridae*) y bacteriosis causada por *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Streptococcus* sp.

Zapriothrica salebrosa Wheeler

Morfología: la larva es cilíndrica, ápoda, acéfala, de coloración blanca con ganchos bucales negros y tiene una longitud máxima de 6 mm. La pupa es café y mide 3.72 mm; el adulto es una mosquita de color negro brillante con patas amarillas y longitud promedio de 3.8 mm.

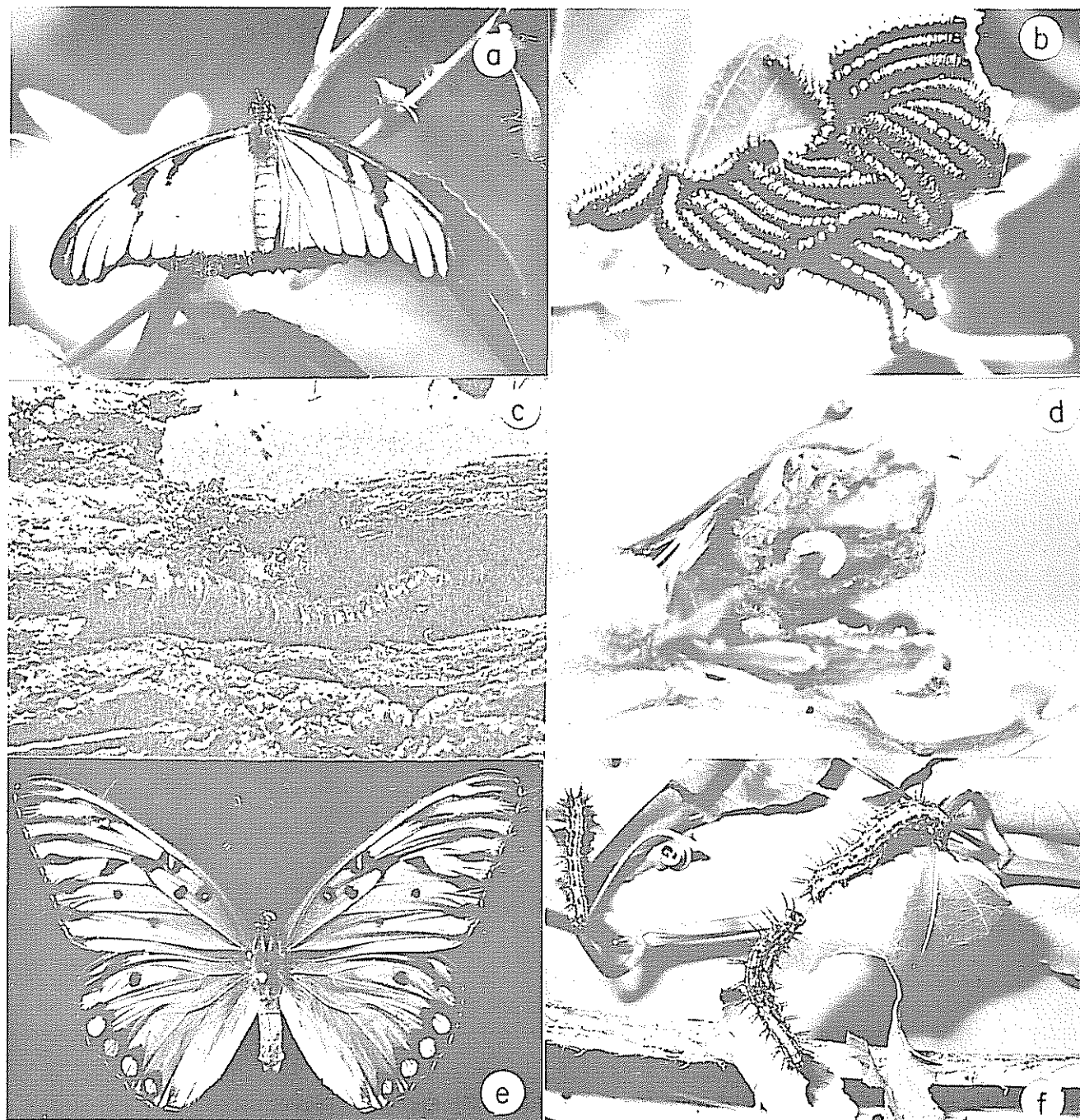


Fig. 3 Plagas del maracujá: a. adulto de *Dione juno* C; b. larvas de *D. juno*; c. *Langsdorfia* sp. barrenador del tallo; d. larva de *Dasips* sp.; e. Adulto de *Agraulis vanillae*; f. larva de *A. vanillae*.

Daño: las larvas perforan los sacos polínicos a nivel de los botones florales destruyéndolos por completo (Figura 2f) y causando su caída, lo que se traduce en una pérdida del 54% de botones. Una vez en el suelo, las larvas se entierran para entrar en estado de pupa. Los adultos son muy activos, vuelan en grupos visitando las flores y alimentándose del polen (3).

Lonchaea cristula McAlpine

Este insecto tiene el mismo hábito alimenticio de *Z. salebrosa*, con la diferencia de que se encuentra solamente una larva de mayor tamaño por cada botón floral infestado. Los adultos son de color azul metálico y se observan solitarios, o en cópula, posados en

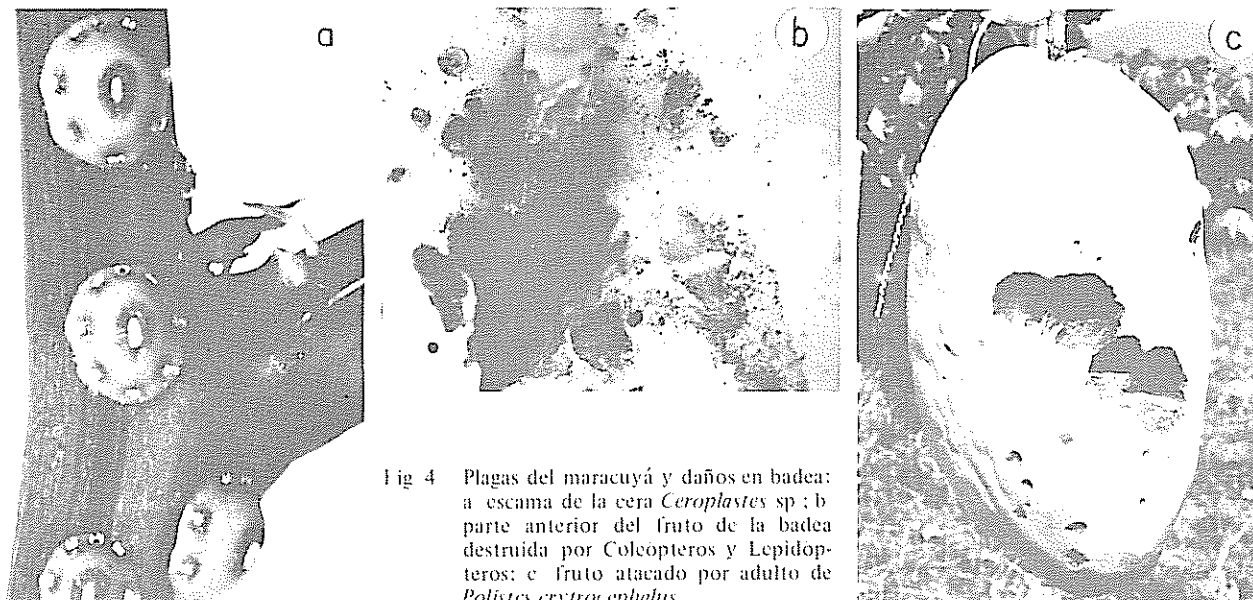


Fig 4 Plagas del maracuyá y daños en badea: a escama de la cera *Ceroplastes* sp; b parte anterior del fruto de la badea destruida por Coleopteros y Lepidopteros; c fruto atacado por adulto de *Polistes crytrocephalus*

las ramas jóvenes, hojas y frutos de la curuba, alimentándose de los nectarios

Mayores observaciones sobre el ciclo de vida y control de esta plaga, no se han adelantado.

Masticadores de follaje

Dione juno (Cramer)

En el Neotrópico, las larvas de Heliconiidae se alimentan específicamente de pasifloráceas. La especie *Dione juno* es común para la curuba, maracuyá y badea, apareciendo desde la formación de las primeras hojas, floración y fructificación de las plantas

Morfología el huevo es de forma subcilíndrica y aplanado en su base. Posee de 12 a 14 estrías longitudinales que van del micrópilo a la base; mide en promedio 1.09 mm de longitud polar y 0.71 mm de diámetro ecuatorial. Los huevos son colocados en el envés de las hojas en grupos de 80 a 110 en promedio; recién depositados son de color amarillo y a medida que se van desarrollando adquieren tonalidad anaranjada. La larva es de tipo eruciforme, en su primer instar es de color blanco crema con la cabeza café oscura y cambia de tonalidad durante su crecimiento. Al completar su desarrollo mide 34 mm de longitud, es de color café oscuro con franjas negras y pequeñas manchas de color naranja y blanco distribuidas en bandas longitudinales; la cutícula es de textura rugosa con tres esclerosos de tamaño variable localizados en cada segmento del cuerpo

La pupa es obtecta, color amarillo crema y de 23 mm de longitud en promedio; se suspende por medio del cremaster. El adulto (Figura 3a) es una mariposa de cuerpo delgado, de 18 mm de longitud, con antenas capitadas de 17 mm de largo y de color negro. Las alas anteriores son más largas que anchas, de color anaranjado brillante; ventralmente exhiben numerosas manchas plateadas de aspecto irregular y tienen una expansión alar de 70 mm

Daño: las larvas de *D. juno* son gregarias, encontrándose en grandes masas que cuelgan en las hojas y ramas de la planta haciendo fácil su localización (Figura 3b). Durante los primeros instares, efectúan un raspado de la epidermis del limbo foliar en forma más o menos circular y posteriormente comen hojas sin mostrar preferencia por la edad de la planta ni por el estado de desarrollo de la hoja. Cuando va finalizando el estado larval y las poblaciones han sido altas, se observa como las ramas quedan desprovistas de hojas; este daño puede ser significativo cuando el cultivo está en período de establecimiento, pues una defoliación fuerte puede causar la muerte de las plantas

Control biológico: se destaca la acción del virus de la poliedrosis que puede matar el 100% de una población de larvas de diferentes instares. Hay parasitismo larval ocasionado por un Sarcophaginae y con mucha frecuencia se observa la mosquita *Forcipomvia fuliginosa* chupando larvas de Heliconiidae en maracuyá

Sabulodes sp. poss. *matrica* Druce y *Sabulodes* sp.

Las larvas de estas dos polillas, son masticadoras de follaje ocasionando defoliación fuerte en cultivos de

curuba establecidos (mayores de 1 año). Al completar su desarrollo, empupan entre las flores secas o en medio de la corteza y madera de los postes que forman la espaldera. Los adultos son polillas de cuerpo frágil y de color pardo claro.

Cultivo de maracuyá

Barrenadores del tallo

Langsdorfia sp.

Morfología: el huevo es de color café brillante, de forma alargada y con una longitud promedio de 1.8 mm. Los huevos presentan cuatro estrias longitudinales muy marcadas, de color más claro, y bandas transversales en toda la superficie. La larva posee piel rugosa y varía de color desde un café claro en los primeros instares, a un rosado intenso en el último instar (longitud: 50 mm), tomando una coloración amarilla antes de empupar. La pupa es café claro y mide 30 mm en promedio. El adulto (longitud: 30 mm, expansión alar: 48 mm) es una polilla de cuerpo piloso, robusto y café grisáceo con un par de manchas plateadas en las alas anteriores (22).

Daño: la larva barrena el cuello de la raíz y el tallo formando extensas galerías (Figura 3c) tanto en plantas jóvenes de menos de un año como en las de varios años. En promedio se pueden encontrar 15 larvas en diferentes estados de desarrollo por cada planta. La presencia de esta especie disminuye el rendimiento del cultivo ya que a medida que transcurre la infestación, se da una merma en la producción y las plantas mueren lentamente, constituyéndose además en focos de infección.

Asociados a flores

Dasiops inedulis Steyskal

Morfología: observaciones realizadas por Posso y Chacón de Ulloa (18) indican que la larva es de cuerpo fusiforme, amarillo pálido, con un par de ganchos bucales negros y una longitud máxima de 9.0 mm. La pupa es café y mide en promedio 3.52 mm de longitud. El adulto es una mosquita de 4.5 mm de longitud, cuerpo azul metálico y ojos rojos; en la hembra se distingue un ovipositor fuertemente esclerotizado.

Daño: las larvas en número de 1 a 3, se localizan en el interior de los pequeños botones en donde barrenan las anteras no deshicentes (Figura 3d) produciendo una descomposición interna y por consiguiente la caída de la estructura floral, lo que afecta en un mínimo de 37% la producción de los cultivos de maracuyá.

Control biológico: con una baja incidencia se ha encontrado el himenóptero *Bracon* sp. parasitando larvas de *Dasiops*.

Asociados a follaje

Agraulis vanillae (Linné)

Morfología: el huevo es de forma conoidal con el ápice truncado, posee 14 hendiduras longitudinales y mide en promedio 0.82 mm de largo por 0.62 mm de ancho. La hembra ovíparita en el haz de las hojas en forma individual. Recién puesto, el huevo es de color lechoso, adquiriendo en los días siguientes una coloración amarilla que se torna luego anaranjada brillante y por último toma un aspecto grisáceo oscureciéndose aún más antes de eclosionar.

La larva de último instar mide 38 mm de longitud, su coloración varía desde el café oscuro al castaño claro, con dos bandas longitudinales de color amarillo y varias anaranjadas. Tiene seis surcos longitudinales de espinas negras ligeramente ramificadas y dos de éstas similares sobre la cabeza (28). La pupa es obtecta de color café claro con algunas pigmentaciones. Permanecen suspendidas a las ramas por el cremaster. El adulto (Figura 3e) (longitud: 24 mm, expansión alar: 68 mm) es de color naranja, la venación de las alas anteriores es negra; ventralmente las alas son similares a las de *Dione juno*.

El hábito alimenticio de las larvas es igual al de *D. juno* pero se distingue porque no se agrupan en grandes masas sino que tienden a ser solitarias (Figura 3f). La larva también es afectada por el virus de la poliedrosis.

Hexaleurodicus sp.

Los insectos de la familia Aleyrodidae, más conocidos como moscas blancas, son plaga tanto de plantas ornamentales como de cultivos, con una amplia distribución mundial. Las ninfas y los adultos chupan los jugos de las plantas, ocasionando clorosis en las hojas y cogollos; la infestación favorece el desarrollo de hongos saprófitos sobre las secreciones dulces del insecto lo que disminuye la capacidad fotosintética en la planta. Además, por su hábito alimenticio, son transmisores potenciales de enfermedades.

En Colombia se han registrado varios géneros de Aleyrodidae; entre otros *Aleyrotrachelus*, *Bemisia* y *Trialeurodes* (29). El género *Hexaleurodicus* no había sido encontrado hasta ahora en cultivos de maracuyá ni en otro hospedero, por lo cual esta especie constituye nuevo registro para el país.

Asociados a ramas*Ceroplastes* sp.

Las especies del género *Ceroplastes* conocidas comúnmente como "escamas de cera" se encuentran ampliamente distribuidas en los trópicos, atacando tanto árboles frutales como otros tipos de cultivo Mosquera (14) en una revisión de género para Colombia, describe las especies *C. boyacensis*, *C. cundinamarcensis*, *C. martiniae* y *C. trochezi* que crecen sobre otros hospederos diferentes al maracuyá

Morfología: la hembra es áptera, de cuerpo ovalado cubierto por un caparazón de cera gruesa y aunque está dividida en cabeza, tórax y abdomen apenas se reconocen por la posición del aparato bucal y las patas. Esta forma la ha adaptado a llevar una vida sedentaria (Figura 4a). Los machos son alados y semejan mosquitos pequeños con el aparato bucal atrofiado (6).

La hembra de *Ceroplastes* presenta una tasa de oviposición alta. Los huevos eclosionan dentro de su caparazón; las ninfas de primer instar de ambos sexos son muy parecidas y permanecen por algunas horas en reposo hasta que comienzan a desplazarse buscando un sitio para fijarse en la planta, donde transcurre su ciclo de vida como chupadores de ramas y hojas, causando clorosis, pérdida de follaje y marchitez lenta.

Control biológico: actualmente se han detectado tres parásitos del orden himenóptera aún no identificados; y predación por el coccinelido *Azya orbiger* M.

Cultivo de badea**Asociados a flores y frutos**

Existe un complejo de insectos pertenecientes a las órdenes coleoptera y lepidoptera, alimentándose de los sépalos secos de la flor y del fruto en desarrollo. Las larvas hacen perforaciones poco profundas en estas estructuras, lo que permite la entrada a otro tipo de insectos y organismos patógenos que afectan significativamente el fruto mermando su calidad y llegando en ocasiones a destruirlo completamente (Figura 4b).

En algunos casos se encontró que las larvas mastican el androginóforo que sostiene el fruto, induciendo su caída prematura. Indirectamente, ocasionan daños graves debido a que sus heces sirven para el desarrollo de hongos que causan detrimento en el fruto (10).

Los siguientes son los insectos potencialmente importantes:

Pococera sp.

Morfología: la larva es de color café claro con un par de bandas longitudinales dorsales de color amarillo oscuro y cuando están completamente desarrollada tiene una longitud promedio de 14 mm. El adulto presenta una coloración gris (longitud: 6 mm expansión alar: 13.8 mm) con manchas oscuras en las alas anteriores.

La larva muestra susceptibilidad al más mínimo movimiento y reacciona dando saltos. Al momento de empupar se le puede encontrar tanto en el cáliz como en el fruto adherida a las perforaciones por medio de hilos de seda.

Control biológico: existe un parasitismo larval del 70% ocasionado por *Apanteles* sp. (Braconidae) que mantiene las poblaciones relativamente bajas.

Colopterus posticus Erichson

Morfología: larva alargada, subcilíndrica de color amarillo oscuro, mide en promedio 4.1 mm de longitud. El adulto tiene forma ovalada, es de color pardo y posee élitros cortos y truncados con pigmentación negra brillante en la parte apical.

Tanto los adultos como las larvas han sido encontrados alimentándose también de los frutos en descomposición.

Araecerus fasciculatum (DeGeer)

Aunque es una plaga común en granos almacenados, en especial café, cacao y sorgo (17) se encuentra formando parte de este complejo.

Morfología: la larva completamente desarrollada mide en promedio 4 mm de longitud, es de tipo escarabeiforme, de color crema. El adulto mide aproximadamente 3.8 mm de longitud, es de color negro, pubescente con algunas manchas grises.

Recomendaciones

Como método de control cultural es conveniente eliminar el cáliz de la flor una vez que se halla formado el fruto, con el fin de evitar que este grupo de especies encuentren un refugio apropiado para su desarrollo.

Polistes erythrocephalus (L. tr)

Para la gran mayoría de los cultivos, esta avispa se considera como un importante agente de control bio-

lógico ya que sus larvas y adultos se alimentan de una gran variedad de presas especialmente larvas de lepidópteros. Sin embargo, en la badea se han observado los adultos masticando el fruto casi maduro, dejando orificios profundos (Figura 4c) que además de deteriorarlo, sirven de asentamiento a hongos, bacterias y otros microorganismos.

Control biológico: para evitar el ataque de esta especie, además de coleopteros, hemipteros y vertebrados de actividad nocturna, se deben proteger los frutos en formación y durante todo su desarrollo, por medio de bolsas de polietileno amarradas al peciolo del fruto y abiertas en su parte inferior para no interferir en su crecimiento. Esta práctica por su costo y facilidad de aplicación, es un arma eficiente para obtener una cosecha sana y de fácil mercadeo.

Resumen

El presente estudio es una contribución al conocimiento de la fauna de insectos de los cultivos de curuba, maracuyá y badea ubicados en el Departamento del Valle del Cauca. Para cada especie se da su relación con la planta huésped destacando el tipo e importancia de daño; así mismo se presentan algunas interacciones huésped-parásito y predador-presa observadas en condiciones naturales que servirán de base para establecer en el futuro un programa de control biológico. Para algunos casos se sugieren medidas de control cultural.

Literatura citada

1. ANGULO, A. O., BENOIT, I. L. y MARTINEZ, B. *Peridroma saucia* (Hbn.) Biología y consideraciones sistemáticas de esta especie (Lepidoptera: Noctuidae). Bol. Soc. Biol. Concepción. 48:155-160 1974.
2. ARIZA, E., ROJAS, A., VERGARA, R. y VARELA, A. Pos. *Sillepsis* sp. (Lepidoptera: Pyralidae) nueva plaga de la curuba de castilla en Boyacá. Resúmenes IV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá. 1977.
3. CASAÑAS, A., POSSO, C. E. y CHACON de ULLOA, P. Estudios sobre el daño causado por *Zaprionus salebrosus* W. y *Dasipops* sp. en botones florales de curuba y maracuyá. Resúmenes VIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín. 1981.
4. CASTELLAR, N. y FIGUEROA, A. Estudio biológico de dos formas de Lepidópteros: *Agraulis vanillae* (Linné) y *Mechanitis veritabilis* (Butler) en el maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* D.) Acta Agronómica 19(1):17-30. 1969.
5. CLARKE, J. F. G. A new genus and two new species of Oecophoridae from Colombia (Lepidoptera). Journal of Research on the Lepidoptera 20(1):46-49 1981 (82).
6. COSTA LIMA, A. DA. Insectos Do Brasil. Homópteros. Tomo 3º. Escola Nacional de Agronomia, serie didáctica No. 4:191-257. 1942.
7. CHACON DE ULLOA, P. y ROJAS DE HERNANDEZ, M. Biología y control natural de *Peridroma saucia* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) plaga de la flor de la curuba. Revista Colombiana de Entomología. 7(1-2): 47-53 1981.
8. CHACON, de ULLOA, P. y ROJAS DE HERNANDEZ, M. Immature Stages of *Odonna passiflorae* Clarke (Lepidoptera: Oecophoridae): Biology and Morphology. Journal of Research on the Lepidoptera 20(1):43-45 1981 (82).
9. FIGUEROA, A. Insectos y Acarinos de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 1977. 685 p.
10. HERNANDEZ, M. P. y ROJAS DE HERNANDEZ, M. Insectos del cáliz de la badea y su incidencia en la caída del fruto. Coagro. 36:25-27 1981.
11. JARAMILLO, A. Primeros resultados de un ensayo sobre el cultivo de la curuba (*Passiflora* spp.). Agricultura Tropical 13(5):301-310. 1957.
12. LUGO, N., SANCHEZ, P. y BRAVO, G. Reconocimiento de plagas de curuba en el altiplano de Pasto. Memorias del segundo Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali. 1974.
13. MANICA, I. Fruticultura tropical: I maracujá. Editora Agronómica Ceres Ltda. São Paulo. 1981. 151 p.
14. MOSQUERA, L. F. El género *Ceroplastes* (Homóptera: Coccidae) en Colombia. Caldasia, XII(60):595-627. 1979.

15. MURRAY, D. A. H. Insect Pests on Passion fruit. Queensland Agricultural Journal 1976.
16. NISHIDA, TOSHIYUKI, *et al* Passion Fruit culture in Hawaii. Cooperative Extension Service University of Hawaii. Honolulu, Circular No. 345. 1974.
17. POSADA, L., POLANIA, de IZ., de AREVALO, I. S., SALDARRIAGA, A., GARCIA, F. y CARDENAS, R. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 3a ed. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Programa de Entomología. Boletín técnico No. 43. 1976. 484 p.
18. POSSO, C. E. y CHACON DE ULLOA, P. Estudio sobre el daño causado por *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) en botones florales de maracuyá. Coagro 36:31-33. 1981.
19. POVEDA, G. y DELGADO, T. P. El *Heterachtes* sp. y el *Nyssodrys* sp. dos plagas potenciales en la curuba. Tesis Facultad de Agronomía. Tunja. 1972.
20. PURSEGLOVE, J. W. Tropical crops. Dicotyledons 2. John Wiley and Sons. Inc. New York. 1968. 332 p.
21. RODRIGUEZ, E., ESCOBAR, C. O., VERGARA, R. y VARELA, L. A. Reconocimiento e identificación de entomofauna en curuba en el municipio de Nuevo Colón (Boyacá). Resúmenes de VIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín. 1981.
22. ROJAS de HERNANDEZ, A. M., CHACON de ULLOA, P. Morfología y hábitos de *Langsdorfia* sp. barrenador del maracuyá en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología 5(1-2):25-29. 1979.
23. ROJAS DE HERNANDEZ, A. M. y CHACON de ULLOA, P. *Aepytus* (Pseudodalaca) *serta* (Schaus) barrenador del tallo de la curuba. Revista Colombiana de Entomología. 6(3-4): 63-67. 1980.
24. ROJAS DE HERNANDEZ, A. M. y CHACON de ULLOA, P. Contribución a la biología de *Pyrausta perelegans* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae). Brenesia 19-20:325-331. 1982.
25. SCHONIGER, G. Curuba. Revista Esso Agrícola. 1970.
26. STEYSKAL, G. Two-Winged flies of the genus *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) attacking flowers or fruit of species of *Passiflora* (passion fruit, granadilla, curuba etc.). Proceedings Entomology of Society Washington 82(2):166-170. 1980.
27. URIBE, L. Passifloraceas y Begoniaceas de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Tomo 27. Ediciones Cultura Hispánica Madrid. 1955. 135 p.
28. URUETA, E. J. Plagas de los cultivos de badea, curuba, maracuyá, papayo y vid en el occidente antioqueño. Gobernación de Antioquia. Secretaría de Agricultura y Fomento. 1975. 40 p.
29. VARGAS, O. y BELLOTI, A. Pérdidas de rendimiento causadas por moscas blancas en el cultivo de la yuca. Revista Colombiana de Entomología 7(4-2):13-20. 1981.
30. WAAGE, J. K., SMILEY, J. T. y GILBERT, L. E. The *Passiflora* problem in Hawaii; Prospects and problems of controlling the forest weed *P. mollissima* (Passifloraceae) with Heliconiine Butterflies. Entomophaga 26(3):275-284. 1981.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
Serie de Libros y Materiales Educativos

CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA

por

Alvaro Montaldo

ISBN 92 9039-045-X

CONTENIDO

CAPITULO 1 Historia y origen
CAPITULO 2 Botánica
Organografía de la planta. Taxonomía y valor agronómico. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 3 Composición química y utilización.
Composición química. Valor nutritivo. Industrialización. Alimentación animal. Recomendaciones sobre bovinos. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 4 Clima, suelos y fertilizantes.
Clima. Temperatura. Suelos. Fertilizantes. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 5 Cultivo
Preparación del suelo. Siembra. Tamaño de la semilla. Labores de cultivo. Cosecha. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 6 Producción de semilla.
Semillas. Pureza varietal. Tratamiento. Selección para la siembra. Métodos para evaluar sanidad de la semilla. Problemas de recontaminación. Producción de semilla de papa en América Latina. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 7 Genética y mejoramiento.
Primeras investigaciones. Genética y mejoramiento de la papa en América Latina. Resistencia a enfermedades y plagas. Mejoramiento. Problemas por investigar. Bibliografía.

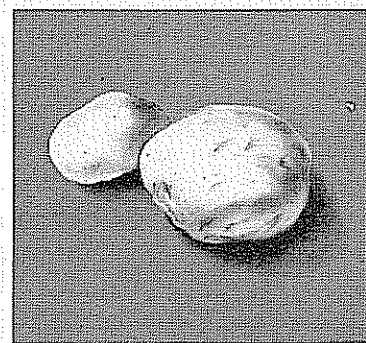
CAPITULO 8 Competidores bióticos
Enfermedades fungosas y bacterianas. Principales enfermedades. Tizon. Bacteriosis. Enfermedades de ocurrencia regional. Alternariosis. Rizoctonosis. Sarna común y sarna polvorienta. Pata negra. Fusariosis. Marchitez o esclerotinosis. Septoriosis. Enfermedades víricas. Virus de la papa en América Latina. Virus Y. Virus A. Tubérculo puntudo. Plagas. Daños a la parte aérea y a la subterránea. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 9 Almacenamiento.
Cambios químicos y fisiológicos. Pudrición. Tipos de almacenamiento. Problemas por investigar. Bibliografía.

CAPITULO 10 Aspectos económicos.
Producción mundial y producción americana de papas. Producción por países. Producción según unidades de explotación. Comercialización: organismos, destino, costos y precios, comercio exterior. Cuantificación y tendencias de importaciones y/o exportaciones. Las papas dentro del Acuerdo de Cartagena. Problemas por investigar. Bibliografía.

CULTIVO Y
MEJORAMIENTO
DE LA PAPA

Alvaro Montaldo



Precio por ejemplar: US\$ 12.00

SERIE DE LIBROS Y
MATERIALES EDUCATIVOS

La carencia de libros y materiales adecuados a las necesidades actuales de la enseñanza es uno de los principales obstáculos que enfrentan las Facultades de Agronomía de América Latina en el desarrollo de sus programas educativos. El IICA inició el Programa de Libros y Materiales Educativos en 1958, con el auspicio de la Fundación Kellogg. Su finalidad principal es la de ayudar a los profesores de las Facultades de Agronomía latinoamericanas para que conviertan en libros sus textos provisionales, sus resúmenes de curso, sus apuntes o sus ejercicios de laboratorio. Auspicia además la traducción al español de obras fundamentales escritas en otros idiomas en aquellos campos de estudio en que no existen buenos textos en castellano.

LA OBRA

CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA puede ser considerada la obra más ambiciosa y completa hasta ahora elaborada en Latinoamérica sobre este producto agrícola, particularmente por su amplio enfoque multidisciplinario y por su aporte práctico de soluciones al problema del hambre en el continente.

CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA fue escrita para servir como guía a los investigadores en papa, a los profesionales del agro, los estudiantes de agronomía, agricultura y ciencias naturales, los agricultores y todos aquellos que se relacionen y tengan interés por esta planta. De allí que, sin perder profundidad, se

destaque por su lenguaje sencillo y por su extensa bibliografía especializada, la que somete a revisión todo lo relacionado con este cultivo en los últimos 50 años en Latinoamérica. El autor concentra en la obra, adicionalmente, su experiencia directa con agrónomos, economistas, nutricionistas, agricultores, campesinos y comerciantes de diversas regiones del mundo. Además del origen e historia de la papa —en que se estudia su cultivo en América, gracias a información escrita y arqueológica— la obra enumera los antecedentes botánicos y las Series, incluyendo papas cultivadas y silvestres, que la caracterizan. Se analiza posteriormente su composición química y utilización, en especial lo referente a su valor nutritivo, calidad culinaria y posibilidades de industrialización de harina de papa como carbohidrato en la alimentación de animales domésticos.

Los factores de suelo, clima y fertilizantes reciben en **CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA** exploración detallada, mientras que en el capítulo sobre Métodos Culturales se expone los antecedentes de diversas prácticas —manuales y mecánicas—, indicando sus problemas y ventajas. No menos interesante es el aspecto de producción de semilla, el que se complementa con un capítulo dedicado a genética y mejoramiento.

Finalmente el autor profundiza este valioso texto con una discusión sobre los competidores bióticos de la papa —enfermedades y animales dañinos a la planta— para concluir con dos capítulos dedicados a las particularidades del almacenamiento y a los problemas de producción, comercialización, costos y precio.

EL AUTOR

Alvaro Montaldo, Ingeniero Agrónomo por la Universidad de Chile, Maestro en Ciencias por la Universidad de Minnesota, E.U.A., ha sido Director-fundador de la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile y Director del Instituto de Agronomía (Investigación) de la Universidad Central de Venezuela. Posee amplia experiencia docente universitaria, particularmente como Profesor de las Cátedras de Fitotecnia, Horticultura y Raíces y Tubérculos. Su actuación profesional se ha concentrado en la investigación sobre papa, en el Departamento de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura de su país, Chile, en las Facultades de Agronomía de las Universidades de Chile y Central de Venezuela, y en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de este último país en el que actualmente es asesor en yuca. Ha sido consultor de FAO sobre producción de semilla de papa y de variedades resistentes al tizon, en Inglaterra, Alemania, Holanda y Suecia. Ha participado en los más importantes congresos científicos sobre raíces y tubérculos: Genética (Italia, 1953), Papa (E.U.A., 1961), Fitotecnia (Brasil, 1952; Colombia, 1955; Chile, 1958; Argentina, 1961; Perú, 1964; Venezuela, 1967; Colombia, 1970), así como en otros simposios y conferencias internacionales. Además de sus numerosas publicaciones científicas en diversas revistas especializadas, es autor de **LA YUCA O MANDIACA** y de **CULTIVO DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES**, ambos dentro de la Serie de Libros y Materiales Educativos del IICA.

Un volumen en rústica con 706 páginas
99 Figuras y 123 Cuadros

Ordenes de 6 ó más ejemplares tienen un 30 % de descuento. Las remesas de libros tanto aéreas como marítimas debe pagarlas el interesado.

STATUS, GROWTH, AND DEVELOPMENT OF UNTHINNED HONDURAS PINE PLANTATIONS IN PUERTO RICO*/

H. LIEGEL**

Resumen

Más de 70 plantaciones no manejadas de pino hondureño, que cubren unas 128 ha, fueron identificadas en un inventario en Puerto Rico en 1976. El incremento anual promedio de altura y diámetro fue de 1.5 m y 1.8 cm respectivamente en 28 de las plantaciones de 4 a 14 años, localizadas en cinco regiones variables, en cuanto a suelo. El incremento medio anual de volumen con corteza fue de 29 m³/ha. Las diferencias en altura, diámetro, incremento anual y volumen fueron significativas a nivel de 0.05 entre regiones. El mejor crecimiento se encontró en suelos Ultisoles localizados sobre 300 m en relación a Inceptisoles o Ultisoles encontrados a menos de 300 m.

Las diferencias en porcentajes de árboles con cola de zorro, biforeados, torcidos, inclinados o superiores en cada plantación no fueron significativas entre regiones. La vegetación del soto-bosque resultó diversa y profusa en la mayoría de las plantaciones con una profundidad de hojarasca que fluctuó entre 18 y 112 m. Algunas plantaciones mostraron evidencia de haber sido dañadas por fuego y viento; no se encontró mortalidad causada por insectos o enfermedades. El manejo inadecuado fue el factor limitante más común en reducir tanto el potencial de crecimiento biológico como el potencial económico de inversión de las plantaciones estudiadas.

Introduction

Pinus caribaea Morelet var. hondurensis Barr. & Golf, known locally as Honduras pine, pino hondureño, or pino caribaea, grows well throughout most of Puerto Rico. The species was added to island reforestation programs in the mid 1960' after adaptability plantings showed that it outperformed most other pine and hardwood species. Besides protecting soils from erosion, Honduras pine¹ offers a potential local source of raw material for posts, poles, and sawtimber when planted on land unsuited for crops or other land uses.

Most *P. caribaea* plantations have not been managed or thinned since establishment. Few data are available on their size and location or on volume growth on different sites. Information is also lacking on extent of seed and cone production, disease, form, and other stand development characteristics. This report summarizes findings from an island-wide inventory made from 1975-76 to assess growth and development of Honduras pine plantations.

Study areas

Climate

Seasonal changes in prevailing easterly-northeasterly winds and dissected local topography cause considerable rainfall and temperature variation within the five study regions (Table 1). Rainfall usually exceeds 1 700 mm, with mountainous areas receiving from 2 000 to 2 800 mm or more. Pronounced wet and dry seasons are absent, but there are usually dry periods of 3 or 4 months when rainfall is 50 mm or

* Received for publication in August 13, 1983.

** Research Soil Scientist, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Box AQ, Río Piedras, Puerto Rico 00928

¹ In this report, Honduras pine will always refer to variety *P. caribaea* var. *hondurensis*

less in all regions. Summer temperatures of 30° to 34°C may prevail for several days or up to 2 weeks or more in the lowlands; in the mountains, temperatures stay between 22° and 26°C. Subtropical moist and subtropical wet are the dominant life zones in four regions; lower montane wet occurs in one region (Table 1).

Soils and geology

Climatic, geologic, and topographic influences have produced great soil diversity on the island. Some 164 classified soil series are known (14), representing 9 of the 10 soil orders recognized in the USAD Soil Taxonomy classification system (25). Inceptisols and Ultisols are the principal soil orders within the study areas (Figure 1, Table 2).

Soils in each region have high amounts of clay in the surface horizons, low pH, and good to moderate drainage and permeability (Table 3). Parent material for the lowland and highland sands are granodiorite, quartz diorite, or residuum of plutonic rocks. Soils in the other three regions are derived from residuum or colluvium of basic volcanic rocks (1). On limestone soils, generally Mollisols, pine plantings are limited to a few small research plots. Limestone areas were excluded from the inventory, because soil depth is a limiting factor preventing their suitability for commercial forestry.

Methods

Puerto Rico Department of Natural Resources (DNR) field personnel helped locate individual plantations. Seed sources for all plantations were not known. They were probably from Mountain Pine Ridge, Belize, the most common source planted throughout the Caribbean in the 1960's (8).

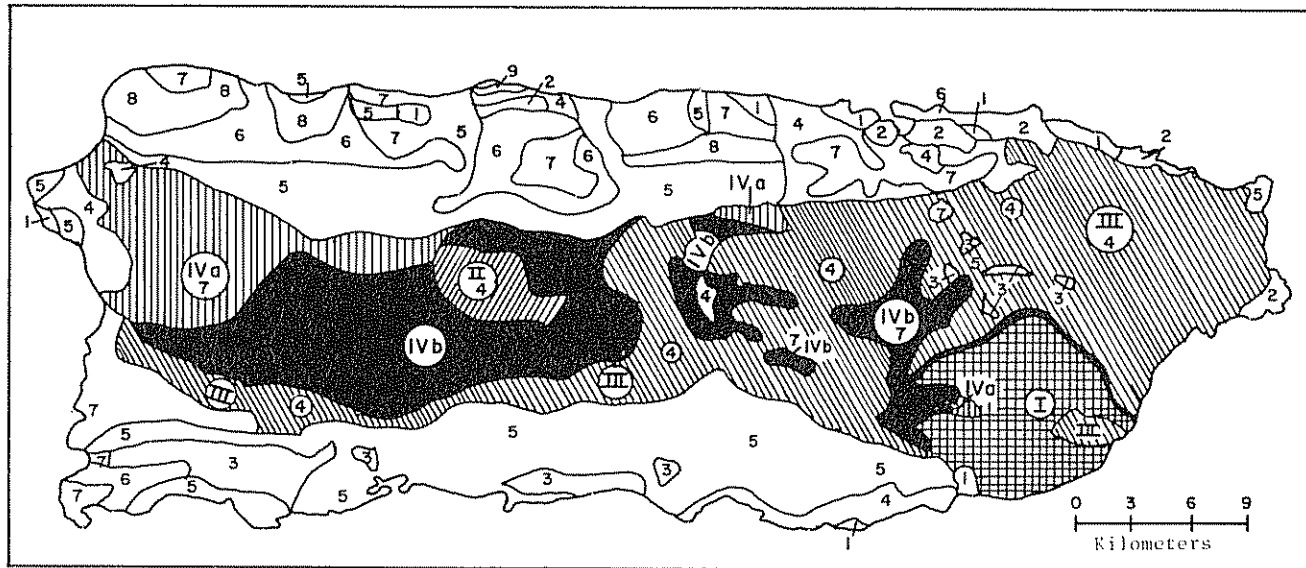
One or more variable-sized rectangular growth plots, between 0.02 and 0.04 ha, were established in each plantation where mortality or site disturbance was not severe. Diameter at breast height (dbh) was recorded for all individuals, usually ≥ 30 , within a plot. Total heights and outside bark upper stem diameters at 5.0 cm intervals along the bole were taken, using a relaskope, on the first and every fourth sample tree thereafter in each 2.5 cm diameter class. Height to first live limb, bark thickness at breast height (from opposite bole faces), and crown class were also recorded. From collected field data, an existing computer program (13) was used to calculate total plot basal area (BA) and volumes, and to summarize plot mean height and dbh, live crown ratios, bark thickness, and crown class data.

Other stand development data were collected. Tree form quality factors in each plot were assessed by counting the number of forked, crooked, leaning, foxtail (term applied to individual pine trees that have

Table 1. Climatic data for inventoried regions containing *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf plantations in Puerto Rico.

Region	Mean Annual Temperature (C)	Rainfall (mm)	Elevation (m)	Life Zone ¹
Lowland sands	24.0 - 25.5	2 030 - 2 540	0 - 300	mf-S wf-S
Highland sands	22.0 - 24.0	1 520 - 2 030	250 - 1 000	wf-S
Shallow clays	22.0 - 24.0	1 520 - 2 290	0 - 700	mf-S wf-S
Lowland deep clays (≤ 300 m)	23.5 - 25.5	1 780 - 2 290	0 - 500	mf-S wf-S
Highland deep clays (≤ 300 m)	20.0 - 23.5	2 290 - 2 790	500 - 1 200	wf-S wf-LM

1 As determined from J. J. Ewel and J. L. Whitmore, 1973. The ecological life zone of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA Forest Service Res. Pap. III-18. Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico:
mf-S = subtropical moist forest, wf-S = subtropical wet forest and wf-LM = lower montane wet forest.



Soil Orders

- 1 Entisols
- 2 Histosols
- 3 Vertisols
- 4 Inceptisols
- 5 Mollisols
- 6 Alfisols
- 7 Ultisols
- 8 Oxisols
- 9 Spodosols

General Soil Type






- | | | |
|--|------|--|
|  | I | Lowland Sands (0-300 m) |
|  | II | Highland Sands (250-1000 m) |
|  | III | Shallow Clays |
|  | IV a | Deep Clays: low elevation (≤ 300 m) |
|  | IV b | Deep Clays: high elevation (≥ 300 m) |

Fig. 1. Map of Puerto Rico showing major soil orders and general soil types included in an inventory of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* plantations; it is adapted from U S Department of Agriculture Soil Conservation Service, San Juan, Puerto Rico

Table 2. Number of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. plantations inventoried in Puerto Rico, 1976, and their associated.

Region	TOTAL			Predominant Soil	
	Plantations Found	Estimated Area (ha)	No. of Growth Plots Established	Series	Orders
Lowland sands	10	9	6	Pandura, Teja, Utuado, Lirios	Inceptisols
Highland sands	12	9	3	Pandura, Teja, Utuado, Pellejas	Inceptisols
Shallow clays	5	15	2	Caguabo, Malaya Mucara	Inceptisols
Lowland deep clays	20	40	6	Consumo, Dagucey Humatas	Ultisols
Highland deep clays	23	20	11	Consumo, Dagucey Humatas	Ultisols
Totals	70	93	28		

an abnormal growth pattern, usually characterized by one or more branchless areas, on the main stem. In this study, the branchless foxtail area was ≥ 1.2 m in length), and superior trees. Cone production was assessed ocularly and with binoculars, counting maturing cones on opposite sides of individual trees and multiplying this figure by two; this method has been calibrated and values can be considered only relative. Branch angle was assessed ocularly. Understorey vegetation was classified into one of five categories, ranging from bare ground covered only by needles to profuse grass or shrub cover. Litter thickness was the average of all measurements taken at the middle of a sampler, 30.5 x 30.5 cm, placed at 4.6 m centers along a line running through the plot center and parallel to the longest side.

Because initial spacing in all plantations was quite close, usually $\leq 1.8 \times 1.8$ m, most interior trees had experienced intense competition. Exceptions were trees at a plantation's edge; these trees had no competitors on one or more sides. Thus total height, dbh, and cone production for five edge trees in each plantation were assessed to obtain a relative measure of tree growth under better growing conditions, i.e., wider spacings and less competition.

Results and discussion

Area, location, ownership

A total of 70 plantations covering 93 ha were located (Table 2) The majority on the western end of the island. Ages ranged from 4 to 14 years. Most plantings were about 0.5 ha in size; with an average size of 1.5 ha. The total area of Honduras pine plantings in Puerto Rico as of 1976 was estimated at 128 ha.

Approximately 30 percent of all plantations were found in Commonwealth or Federal forests; the rest were on private lands. The largest single plantation (16 ha), is within the Luquillo Experimental Forest Biosphere Reserve

From the 70 plantations, 28 were chosen for estimating growth and performance. Each of the 28 plantings was large enough to accommodate one or more growth plots having at least three border rows around each side.

Table 3. Selected features of some soil series found in regions containing Honduras pine plantations in Puerto Rico.

Region	Soil Series	Depth ¹ (cm)	pH ²	Drainage	Permeability (cm/hour)	Parent Material
Lowland sands	Lirios silty clay	58	4.5 - 5.5	Well drained	1.6 - 5.1	Granodiorite or quartz diorite
Highland sands	Lirios silty clay loam	(Same features as above)				
	Pellejas	38	4.5 - 5.5	Somewhat excessively drained	5.1 - 16	Course textured residuum of plutonic rocks
Shallow clays	Múcara	31	5.6 - 6.5	Well drained	1.6 - 5.1	Fine residuum of basic volcanic rocks
Lowland deep clays	Consumo clay	51	4.5 - 5.0	Well drained	1.6 - 5.1	Residuum of basic volcanic rocks
	Humatas clay	81	4.5 - 5.0	Well drained	1.6 - 5.1	Residuum of basic volcanic rocks
Highland deep clays	Anones clay	33	4.2 - 4.6	Well drained	-	Colluvium from volcanic rocks
	Los Guineos clay	122	4.5 - 5.0	Moderately well drained	1.6 - 5.1	Fine residuum of basic volcanic rocks

1 Joint depth of A and B horizons

2 1:1 in H₂O

Overall growth performance

Regional differences in mean annual height increment (MAIH) and mean annual diameter increment (MAID) were statistically significant (Duncan's new multiple range test), respectively, at 0.01 and 0.05

(Table 4). Overall plot means for height and diameter growth were 1.5 m and 1.8 cm.

Across the 28 plantations there was a wide range in total BA (18 to 59 m²/ha), total volumes (78 to

507 m³/ha), and mean annual overbark volume increments (MAIV, 14 to 60 m³/ha). This variability was caused by differences in age, number of surviving trees, and initial spacing at each planting. Total BA growth on highland sands was significantly lower than BA growth on highland deep clays (Table 5). Lowland sand and highland deep clay regions had significantly higher MAIV growth than did other regions. The island-wide MAIV growth was 29 m³/ha.

There was some indication that individual sites within the broad regions differed in productivity

Table 4. Height and diameter growth summary for 28 unthinned *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. plantations studied in five regions in Puerto Rico.

Region	n	Age Range (years)	Mean Annual Increments			
			Plot		Dominant	
			ht (m)	dbh (cm)	ht (m)	dbh (cm)
Lowland sands	6	10-14	1.5 b ¹	1.7 b ¹	1.6 b ¹	2.0 b ¹
Highland sands	3	4-14	1.5 b	1.7 b	1.5 c	1.8 c
Shallow clays	2	11-14	1.2 d	1.6 b	1.3 d	1.6 d
Lowland deep clays	6	9-13	1.4 c	1.6 b	1.5 c	1.9 b
Highland deep clays	11	4-12	1.6 a	2.1 a	1.7 a	2.2 a
Total Mean (n = 28)	28		1.5	1.8	1.6	2.0

Two-Way Analysis of Variance²

	Plots vs Dominant	Regions
Mean annual increment-height	*	**
Mean annual increment-diameter	NS	*

1 Values within columns having different letters are significantly different at 0.05 probability using Duncan's New Multiple Range Test.

2 F-test results:

NS - not significant at ≤ 0.05

* - significant at 0.05.

** - significant at 0.01.

potential. Within the lowland deep clay region, in two 11 year-old plantings of similar age and stocking, there was a 50 percent difference in MAIV growth. One planting had averaged 20 m³ per year while the other averaged 30 m³ in MAIV growth.

Island-wide plot tree averages of 1.5 m and 1.8 cm for height and diameter growth parallel observed growth rates reported for 11.5 to 13.6 year-old Honduras pine spacing trials in Puerto Rico (29). In the spacing trials, replicated at four sites, MAIH rates ranged from 1.2 to 2.0 m across triangular spacings of 1.2, 2.1, 3.0 and 4.3 m; MAID rates ranged from 1.0 to 2.5 cm.

Mean annual overbark volume growth in Puerto Rico, compares well to rates from other countries. They are actually higher than the MAIV growth figures of 3 to 37 m³ reported by Lamb (8) and Sommer and Dow (24) for 16 countries. In Costa Rica, Salazar (18) found higher rates, ranging from 30.9 to 75.5 m³, the average being 58.4 m³ for 16 plantations. But those plantings were much younger, from 4.7 to 8.0 years old, and were located on more fertile, young, volcanic ash soils (Inceptisols)

Volume growth in Puerto Rico is as great or greater than that of native pines from the Southern United States, or for the same species planted as exotics in other countries. For example, MAIV growth of slash pine (*P. elliottii* Engelm var. *elliottii*) ranged from 6.4 to 19.3 m³ in native environments (2, 3, 4) and from 7.0 to 23.4 m³ in Australia and Brazil (5, 16). Expected MAIV yields from 15 year-old unthinned loblolly pine (*P. taeda* L.), growing on the best sites of the Western Coastal Plain of the United States and planted at 1.4 m spacing, were 26.2 m³ (11). Similarly aged and spaced stand of shortleaf pine (*Pine echinata* Mill) had expected MAIV yields of only 7.2 m³ (23).

Correlation coefficients between plantation density and plot mean height and plot mean dbh were -0.7 and -0.8, both were statistically significant. Salazar (18) did not find any significant correlation between these parameters. But unlike the case in Puerto Rico where initial spacing was usually ≤ 2.0 m, all but two plantings that Salazar measured had original spacings ≥ 2.0 m. Whitmore and Liegel (29) also found that spacing influenced height and diameter growth of *P. caribaea* in Puerto Rico

Table 5. Volume and basal area growth summary for 28 unthinned *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. plantations studied in five regions in Puerto Rico.

Regions	No.	Total		Mean Annual Increment	
		Volume ¹ (m ³ /ha)	Basal Area (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)	Basal Area (m ² /ha)
Lowland sands	6	302	41 ab ²	27 a ²	3.7
Highland sands	3	228	29 b	22 b	3.3
Shallow clays	2	280	33 ab	22 b	2.6
Low elevation deep clays	6	251	34 ab	23 b	3.1
High elevation deep clays	11	348	45 a	36 a	5.1
Mean (n = 28)		300	39 ³	29 ³	4.0

1 Based on outside bark measurements and total height.

2 Values within columns having different letters are significantly different at 0.05 probability using Duncan's New Multiple Range Test

3 Analysis of variance 1-test for regional differences significant at 0.05 probability

Bark thickness and diameter distributions

Mean ratio of inside to outside bark diameters ranged from 0.83 to 0.89 in age classes 9 to 14 years. There was no significant difference in ratios between the five regions. The island-wide mean was 0.86.

Diameter classes in all 28 plantations ranged from 2.5 to 39.9 cm. Plantations older than 9 years had greatest frequencies in the 15.0 to 24.9 cm classes, except for age 11 where greatest frequencies were between 10.0 and 19.9 cm. Across the five regions, plantations older than 9 years averaged 1 296 stems with dbh \geq 10 cm and only 25 stems with dbh \geq 30 cm (Table 6). In the spacing study of Honduras pine (29), the average number of stems per ha with dbh \geq 10 cm was up to 60 percent greater than that found in the inventoried plantations. But the spacing trial plots had high overall survival and better tending care than did the 28 plantations located primarily on private land; triangular spacing also allows more stems per ha than does rectangular spacing.

Stand conditions

Foxtail percent

Foxtailing existed in all but two plantations. One of these was on lowland sands, the other on highland deep clays. There was no significant regional or age differences in foxtailing. The highest amount was 34 percent for a 12 year-old planting on highland deep clays; the island-wide mean was 14 percent (Table 7). Such foxtail percents are typical for Mountain Pine Ridge, Belize sources planted in Puerto Rico (12).

Foxtailing tended to increase with age in each region. However, the correlation coefficient between plantation age and foxtail percent was not significant ($r = 0.2$ at 0.05 probability). Musalem (15) also observed a trend for foxtailing to increase with age in 1 to 5 year-old *P. caribaea* plantings near Turrialba, Costa Rica. Wiersum (30) found that foxtailing varied on different soils as well as between varieties. Observations on 6 to 7 year growth performance of over 30 provenances covering the three varieties of *P. caribaea* and *Pinus oocarpa* Schiede indicate varietal and species differences for foxtailing in Puerto Rico, as shown by significant differences in mean maximum internode lengths (12).

The one anomaly in Puerto Rico was that the greatest amount of foxtailing occurred in western Puerto Rico where total rainfall is lower and less evenly distributed (Tables 1, 7). This observation is contrary to a working hypothesis that expects greatest foxtailing in areas receiving more total rainfall that is well distributed (7). According to this hypothesis, a species is more prone to foxtail in those (exotic) environments where both moisture and nutrients are better than those found in native regions (22).

Form quality

Forking comprised 0 to 17 percent of individual plantations. Regional differences were small and not significant. The percentage of crooked and leaning trees was more variable on a regional and age basis (Table 7), but regional differences were not significant. The two regions with deep clay soils had lower percentages of individuals with epicormic branching, but again, regional differences were not significant.

Table 6. Diameter class distributions for unthinned *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. plantations in Puerto Rico.

Age ¹ (years)	Number of Plantations	Diameter classes							Stems per ha		
		2.5 9.9	10.0 14.9	15.0 19.9	20.0 24.9	25.0 29.9	30.0 34.9	35.0 39.9	Sum	\geq 10 cm	\geq 30 cm
14	2	36	95	304	442	148	24	0	1 049	1 013	24
13	2	0	116	661	354	64	0	18	1 213	1 213	18
12	9	0	134	439	490	203	10	0	1 276	1 276	10
11	8	38	540	694	355	67	10	0	1 704	1 666	10
10	1	0	24	367	685	49	0	0	1 247	1 247	49
9	2	0	74	557	494	198	38	0	1 361	1 361	38
5	1	0	538	1 973	179	0	0	0	2 690	2 690	0
4	3	640	1 482	420	0	0	0	0	2 542	1 902	0

¹ For plantations of similar age, the number of stems per ha in existing diameter classes were summed and then divided by the number of plantations having that diameter class to obtain a mean number (frequency) for each diameter class represented.

Overall, the number of forked, leaning, and crooked trees did not seem unacceptable for unthinned, unmanaged stands originally planted at very close spacings. However, stands in all regions were not growing at optimal levels as shown by live crown ratios (Table 7). The island-wide mean was almost 50 percent; regional differences were not significant. Usually live crown ratios of 40 percent or less are indicative of healthy, vigorous growth in plantations. Branch angles were usually between 45° and 60°C, although some trees had branch angles between 60° and 90°C.

Each plantation had one or more superior phenotypes from which cuttings could be obtained for future tree improvement work. Over 90 superior trees (Table 7) have now been identified on the island (10). Best form and growth was seen at two plantations within the Carite Commonwealth Forest. Of the 28 plantings studied, young ones might be used for temporary seed production areas if thinnings were made. Others could be used to study the effects of different thinning regimes on subsequent growth or to provide data for local volume and yield tables or biomass estimates.

Cone production, natural regeneration

Cone production was very low, even in plantings that were 12 to 14 years old. The greatest number of maturing cones, an average of 30 cones per tree, was found in plantations on lowland sand soils. Edge trees usually had two to three times as many cones as those in the plantation interior; sometimes they had cones when interior trees did not. Seven plantings older than 10 years had no maturing cones either on edge or on interior trees.

Causes of low cone and seed yields in Puerto Rico are not known. Venator and Sanabria (28) found that 65 percent of two seed lots from one 9 year-old planting in southeastern Puerto Rico had empty seed. However, germination of the full seed was 89 percent. Since pollen abortion averaged only 10 percent for 10 trees studied in 1970, Venator (27) concluded that previously observed low seed yields, as expressed by the number of seeds with endosperm, was not a result of aborted pollen.

Individual pine trees and species vary greatly in their ability to produce flowers and seeds (6). For

Table 7. Summary of several stand parameters for 28 unthinned *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. plantations studied in five regions in Puerto Rico.

Regions	Foxtails	Forked	Crooked	Leaning	Epicormic Branching	Live Crown	Litter Thickness (mm)	DIB/DOB Ratio	No. ¹ Superior Trees
	(%)								
Lowland sands	15	7	28	15	16	50	56	0.86	21
Highland sands	17	1	10	2	17	44	79	0.87	4
Shallow clays	17	3	13	8	13	52	90	0.87	4
Low elevation deep clays	18	8	21	2	5	51	56	0.85	20
High elevation deep clays	11	4	16	4	4	47	75	0.86	42
Means (n = 28) ²	14	5	18	6	8	49	68	0.86	

1 Based on selection intensity criteria established by Ledig and Whitmore (10)

2 Analysis of variance F-test for regional differences not significant for logarithmic and arcsine transformations of percent and other data

example, one clone of *P. caribaea* in Queensland, Australia (17) flowered actively for four months and produced multiple whorls of flowers. Although male flowers have been seen as early as August in western and north-central Puerto Rico, no active flowering was seen during the main period of the inventory, from May to July 1976. Personal observations on over 40 trees around the Institute of Tropical Forestry in Rio Piedras between 1978 and 1980 showed greatest male flower production between October and February and female flower production between December and January.

Several climatic, site, and silvicultural factors influence seed production: temperature and evaporation shortly after pollination (9), moisture at time of ovule fertilization (20), soil moisture in the period before formation of flower primordia (21), intensive cultivation and fertilization of seed trees (19), and removal of competitors from crowded stands (31). Since the original planting densities of pine plantings in Puerto Rico were quite high, adequate nutrients and light may not be available to interior trees for seed production. Tendency for edge trees to produce more cones than interior trees supports this view. Also, the winter and spring (January to May) monthly rainfall averages were below normal in 1973 and 1974 across most of the island (26). These droughty conditions could have coincided with critical periods of flower initial formation, pollination, and or fertilization when greater moisture is needed for seed formation. Phenological observations over successive years and thinning studies are definitely needed to provide conclusive data about factors influencing Honduras pine seed and cone production in Puerto Rico.

Natural reproduction consisting of several seedlings 5 to 30 cm tall, sometimes over 100 cm, were usually seen around the edges of plantations over 5 years old. Few seedlings were seen within plantation interiors. Natural regeneration was limited to areas having exposed mineral soil, caused by sparse understory, light litter cover, or site disturbance such as fire. Winged Honduras pine seeds evidently fly quite well since seedlings have been found more than 40 m from the closest seed source.

Damage and other limiting factors

Twelve plantations had signs of frequent burning. Damage existed in only four and was limited to canker scars and actively exuding resin. According to landowners, fires are usually started by vandals and occur in a 3 to 4 month winter period when rainfall decreases to 50 mm or less per month. Because of Puerto Rico's high population density, pine plantings

are rarely located in isolated surroundings; trespass and vandalism are common and almost every plantation has some fire and illegal cutting damage. Unless fires occur repeatedly, damage and mortality are not severe because the thick outer bark of pine is fire resistant after seedlings are 3 to 6 years old (8).

Seven plantations had windthrow damage. It was limited to less than 15 percent except in two 11 year-old plantations where overgrazing had caused accelerated erosion along cattle trails. Surface and subsurface roots were exposed in both plantings, thereby decreasing windthrow resistance. No mortality was attributed to insects or to other pathogens.

Mismanagement, caused chiefly by trespass cutting and failure to thin at the proper time, was the most widespread limiting factor to good Honduras pine growth. Height, diameter, and volume data obtained in this inventory indicate the tremendous potential for wood or biomass production in local pine plantings. Failure to provide adequate cleanings, thinnings, and other silvicultural treatments after plantation establishment has severely reduced both the full biological and economical potential of these plantings.

Forest floor, understory

Understory vegetation was quite variable at each site. In 15 plantations it consisted of sparse to well-scattered shrubs and vines. Invading shrubs and broad-leaved trees dominated the understory in nine plantings; grass and briars predominated in two. In the remaining two, the forest floor was limited to pine needle mulch, probably because frequent fires and/or grazing kept shrubs, vines, and trees from becoming established. In general, understory species diversity within densely-spaced pine plantations was high, being the rule rather than the exception. At most sites, undergrowth was so heavy that passage was made only by using machetes.

Litter thickness ranged from 18 to 112 mm. Regional and age differences were not statistically significant; the island-wide mean was 69 mm. The coefficient of correlation between litter thickness and age was not significant ($r = 0.3$ at 0.05 probability). Mycorrhizal fruiting bodies were found in four plantings; they all appeared to be from *Pisolithus tinctorius*.

Conclusions

1. Despite almost a quarter-century of local reforestation efforts with many introduced or native

species, the total area covered by pine plantings is only about 0.01 percent.

2. The location and size of existing Honduras pine plantations are now known and can be used to plant future research activities.
3. Overall growth and performance of Honduras pine was quite good across five broad soil regions, even in unthinned, unmanaged stands. Mean annual volume increments for the young plantations inventoried usually surpassed those reported from other tropical countries and exceed volume increment rates for most temperate zone conifers.
4. Observations on edge trees in this inventory and results from a local spacing trial show that Honduras pine height and diameter growth can be improved substantially if initial spacings ≥ 2.0 m are used. Growth could also be improved by following better tending and management practices and by planting superior genetic stock obtainable by developing a local tree improvement program.
5. Lack of knowledge on factors affecting seed production hinders increased use of Honduras pine for reforestation. Phenological studies should be started quickly so that areas can be identified where Honduras pine seed production can be undertaken since seed now costs up to \$ 300 per kilogram on the open market. Producing high quality seed for international markets could be more lucrative for some landowners than growing Honduras pine for wood products. Seed production may also be less affected by local wood market conditions.
6. The small and isolated nature of local Honduras pine plantations is probably the most important factor limiting damage by insects or disease. In densely populated rural areas, repeated man-made fires will reduce yields. Any future commercial reforestation efforts must include fire watch and suppression capabilities.
7. Any intensification of reforestation with Honduras pine or other pines must also be accompanied by substantial upgrading of technical and extension forestry assistance available to landowner. If plantations are not managed properly or suitable markets are not made available for wood products, then land scheduled for reforestation can revert to native forest naturally. Secondary forest succession costs nothing to establish, effectively controls erosion, and protects watersheds on steep slopes unsuited for agricultural crops.

Summary

Seventy plantations representing 93 ha were located in an island-wide inventory of Honduras pine plantations in 1976. Mean annual height and diameter growth for dominant trees in 28 plots averaged 1.6 m and 2.0 cm respectively; plantings were 4 to 14 years old and were located in five major soil regions. Data are summarized for several stand features, including volume, bark thickness, basal area, form, live crown, foxtails, seed and cone production, injury/disturbance, and nature of understory vegetation.

Literature cited

1. BEINROTH, F. H. An outline of the geology of Puerto Rico. University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station Bulletin No. 213, 1969. 31 p.
2. BENNETT, F. A. Yields and stand structural patterns for old-field plantations of slash pine. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SE-60. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, 1970. 81 p.
3. BENNETT, F. A. and CLUTTER, J. L. Multiple-product yield estimates for unthinned slash pine plantations-pulpwood, sawtimber and gum. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SE-35. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, 1968. 21 p.
4. COLLINS, A. B. III. Density and height growth in rural slash pine. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SE-27. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, 1967. 8 p.
5. FABER, P. J. *et al.* Growth research and preliminary yield tables of *Pinus elliottii* (Engelm.) for southern Brazil. Dorshkamp Research Institute for Forestry and Landscape Planning, Wageningen, Holland, 1975. 23 p.
6. GRANO, CH. X. Loblolly pine fecundity in South Arkansas. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Note SO-159. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1973. 7 p.
7. KOZLOWSKI, T. T. and GREATHOUSE, T. E. Shoot growth and form of pines in the tropics. *Unasylva* 24:6-14. 1970.

8. LAMB, A. F. A. *Pinus caribaea*-Volume 1. Fast growing timber trees of the lowland tropics No. 6. University of Oxford, Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute, Oxford, Great Britain, 1973. 254 p.
9. LAMB, R. C.; WATERS, M. P., and BRENDER, E. V. Apparent influence of weather upon seed production of loblolly pine U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Note SE-183. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, 1973. 7 p.
10. LEDIG, F. T. and WHITMORE, J. L. The calculation of selection differential and selection intensity to predict gain in a tree improvement program for plantation-grown Caribbean Pine in Puerto Rico. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SO-170. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1981. 7 p.
11. LENHART, J. D. Cubic foot yields for unthinned old-field loblolly pine planted in the Interior West Gulf Coastal Plain. Texas Forestry Paper 14. Stephen F. Austin State University, Nacodoches, Texas, 1972. 46 p.
12. LIEGEL, L. H., BARNES, R. H., and GIBSON, G. L. Growth and selected assessment traits of *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* provenance trials in Puerto Rico. IUFRO Symp. and Workshop on Genetic Imp. and Prod. of Fast Growing Tree Species. Sao Paulo, Brazil, Aug. 25-30, 1980. pp. 2-6.
13. LOHREY, R. E. and DELL, T. R. Computer programs using height accumulation for tree volumes and plot summaries. *Journal of Forestry* 67:554-555. 1969.
14. LUGO-LOPEZ, M. A. and RIVERA, L. H. Updated taxonomic classification of the soils of Puerto Rico. University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station Bulletin No. 258, 1977. 19 p.
15. MUSALEM, M. A. Estudio del comportamiento de *Pinus caribaea* Morelet en el trópico húmedo, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, IICA 1973. 108 p.
16. NEW SOUTH WALES FORESTRY COMMISSION. Pine planting in New South Wales. New South Wales Department of Conservation, Australia, 1972. 64 p.
17. NIKLES, D. G. Progress in breeding *Pinus caribaea* Morelet in Queensland, Australia. In Burley, J. and Nikles, D. G. eds. Selection and Breeding to Improve Some Tropical Conifers. Volume II. Commonwealth Forestry Institute, Oxford University, England, and Department of Forestry, Queensland, Australia, 1973. pp. 245-266.
18. SALAZAR, R. Rendimiento del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. a los 8 años de edad en el Cantón de Turrialba. Centro Agrícola Cantonal de Turrialba, Programa de Diversificación Agrícola, Proyecto Forestal, Turrialba, Costa Rica, 1976. 33 p.
19. SCHMIDTLING, R. C. Reproductive maturity related to height of loblolly pine. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Note SO-94. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1969. 2 p.
20. SCHULTZ, R. P. Stimulation of flower and seed production in a young slash pine orchard. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SE-91. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, 1971. 10 p.
21. SHOULDERS, E. Rainfall influences female flowering of slash pine. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Note SO-150. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1973. 2 p.
22. SLEE, M. U. and NIKLES, D. G. Variability of *Pinus caribaea* (Mor.) in young Queensland plantations. Ninth British Commonwealth Forestry Congress Proceedings, New Delhi, India, 1968. 50 p.
23. SMALLEY, G. W. and BAILEY, R. L. Yield tables and stand structure for shortleaf pine plantations in Tennessee, Alabama, and Georgia highlands. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SO-96. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1974. 81 p.
24. SOMMER, A. and DOW, T. Compilation of indicative growth and yield data of fast-growing exotic tree species planted in tropical and subtropical regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forest Resources Division. No. FO: MISC/78/11, 1978. 75 p.

25. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. SOIL CONSERVATION SERVICE. Soil Taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agricultural Handbook No. 436, 1975. 754 p.
26. U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE. Climatological data-Puerto Rico and Virgin Islands. Volumes 20 and 21. National Oceanic and Atmospheric Administration, Environmental Data Service, Asheville, North Carolina, 1974 and 1975.
27. VENATOR, C. R. Low cone yields of Honduras pine in Puerto Rico not due to pollen abortion. Turrialba 24:107-108. 1974.
28. VENATOR, C. R. and SANABRIA, F. A problem of empty seed in *Pinus caribaea* in Puerto Ric. Turrialba 23:236-238. 1973.
29. WHITMORE, J. L. and LIEGEL, H. Spacing trial of *Pinus caribaea* var *hondurensis*. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Paper SO-162. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1980. 9 p.
30. WIERSUM, K. F. Some observations on the occurrence of foxtails in young *Pinus caribaea* plantations in Turrialba, Costa Rica. Turrialba 23:362-365. 1973.
31. YOCOM, H. A. Releasing shortleaf pines increases cone and seed production. U. S. Department of Agriculture Forest Service Research Note SO-125. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1971. 2 p.

Resumen

En el presente estudio se investigan los cambios que ocurrieron en la cobertura forestal de Costa Rica, desde la iniciación de la colonización española en el siglo XVI hasta el presente. Se hicieron los cálculos por medio de un modelo matemático sobre el periodo 1943-1977 y se hicieron estimaciones acerca de periodos anteriores. Se presentan los resultados en forma de cuadro. Se examinan brevemente los efectos y la reacción a la deforestación.

Introduction

The present paper endeavours to quantify the disturbance of the forest cover of Costa Rica by human activity throughout history, or since the conquest of the territory by Spain in the 16th century. The period 1943-1977 is fairly well documented in the literature, and mathematical models have been applied in the article to reflect the land use patterns during this time. Estimates are made for the period pre-1943 and these depend on certain assumptions which are outlined. Costa Rica is in an advantageous position in that much had been written and recorded about the country when most deforestation took place and it should be possible to refine these estimates with a closer study of the existing information.

Before 1800

Costa Rica may be divided for convenience into four: the Pacific Coastal Plains; the Caribbean Lowlands (including the plains of San Carlos and Sara-

piquí), and the Central Chain of mountains or Cordilleras, and a depression within the mountains known as the Central Valley. The latter is not a valley in the true sense of the word, but rather it is made up of several valleys. The River Reventazon drains the eastern portion of this depression and the Rio Grande Tárcoles drains the western part.

Spanish colonizers arrived in the dry Pacific north western lowlands in the early 16th century, but it was not until the 1560s that they managed to penetrate the Central Valley. Here, where the climate is milder, they located Cartago, the principal city of the province in 1563. The population was concentrated in and around this area throughout colonial times.

In the absence of man's interference almost the whole surface area of the country would be under some form of forest cover with the exception of open water surfaces, lava outflows and the 'paramo' or the cover of vegetation above the tree line. According to Sylvander (13) the following are non-forest areas, other than paramo, given in percentage of total surface area of the country in 1977:

Swamp without forest cover	1.9%
Water	0.5%
Other types	0.5%
	<hr/>
	2.9%

Found mostly at elevations above 3 000 m, paramo constitutes about 0.6% of the country; when added to the above, a non-forest area of about

¹ Received for publication in May 6, 1983. This paper was presented as a voluntary paper at the XII IUIRO World Congress in Japan, 1981. It appears here with modifications. The work was carried out by the author under the auspices of the Food and Agriculture Organization of the United Nations

* Research Branch, Forest and Wildlife Service, Sidmonton Place, Bray, Co. Wicklow (Ireland)

3.5% results and it is assumed here that this figure remained more or less constant throughout history

Man had inhabited Costa Rica long before the coming of the Spanish and had disturbed the natural vegetation in many ways. He probably had much effect on most or all Middle American vegetation at some time (16). However, the area cleared of forest cover in Costa Rica when the Spanish arrived, is thought to have been very small. Tosi (14) estimates that this would not have been more than 2%

The total population of the country fell from about 27 000 at the outset of the colonial period to an all time low of 15 500 around 1611 (Figure 1). Thereafter it began to increase and reached 52 000 or thereabouts by 1800 (2)

It is natural to presume that forest clearance accelerated when the colony was first established and when the two cultures, Indian, and Spanish

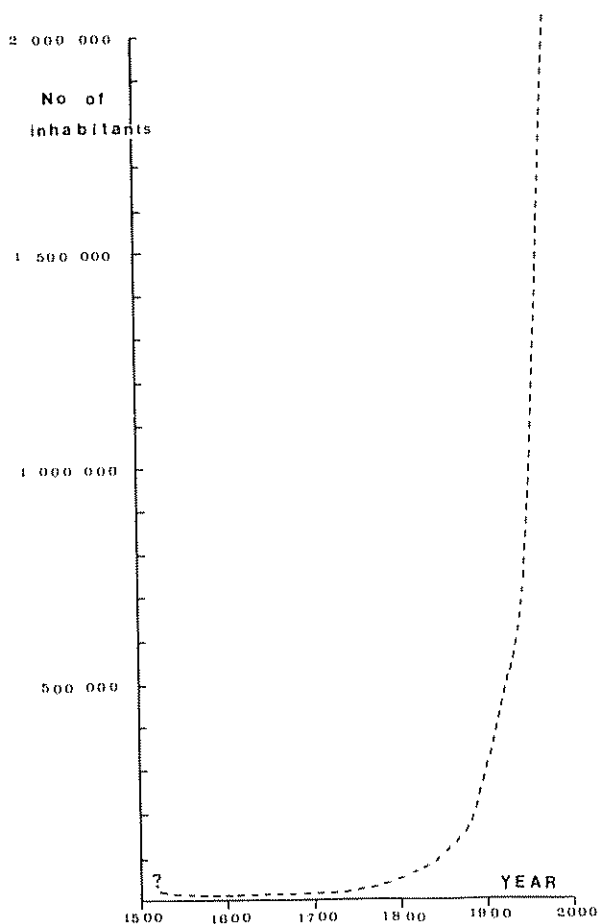


Fig 1 Population of Costa Rica 1522-1977. Based on Dir Gen. Est. (3) and Costa Rica (2)

with their influx of cattle, were competing for the cleared areas. As the population decreased it is likely that the total area of land cleared remained stable or even decreased

Forest expansion would have occurred anywhere there were abandoned areas in which natural regeneration was not hampered. So the first quarter of the 17th century may have seen the greatest extent of forest cover since the outset of the colony to the present day.

It is difficult to be more specific about the period pre-1800. After 1800, and especially after independence in 1821, the picture of forest clearance is somewhat less hazy. More reliable data is available from 1943 to the present and it is proposed to examine this interval first

The period 1943-1977

A considerable amount of data exists for this time. In 1943 the US Department of Agriculture produced a report on the forest resources of Costa Rica. National agricultural censuses were carried out in 1950, 1955, 1963 and 1973 and these include data relating to forest cover. Forest cover maps were produced for 1961 and 1977. Tosi (14) studied the forest resources of the country with special emphasis on the years 1950 to 1973 and Perez and Protti (9) made a survey of the forest sector during the period 1950-1977. The Central Bank of Costa Rica have also produced relevant data.

As techniques improved through the period, land use patterns and their areas were determined with greater accuracy: aerial photography has been applied increasingly since the 1940s and Sylvander (13) made use of satellite images.

In this paper three broad land use categories are recognised: agriculture, forestry and other. If two of these categories are known for any point in time, the third may be deducted by subtraction from the total surface area of the country (some 51 100 km²). Land devoted to agriculture includes pastoral land, and land under permanent and temporary crops like coffee, cacao, bananas, cotton, maize, beans, etc. In addition, fallow land, scrub land (charrial) and savanna are included in this group.

The definition of forest in the literature is not compatible in all cases where forest cover has been estimated or measured: for example areas with trees under five metres tall whose crowns cover less than 50% of the ground are excluded from the forest category by Sylvander (13), but may have been

accounted for by other workers. Nevertheless, the definitions should be sufficiently close, as they stand, to reflect adequately the pattern of deforestation through the period.

In the previous section the assumption was made that the area of non-forest surfaces, other than those created by man, was about 3.5%. This makes up the bulk of the category denominated 'other', but to this must be added the urban areas, including the communications network. Sylvander (13) estimated an urban area of 0.6% for 1977, with an error of estimate of 63%. This is a very large error for a very small surface area. In order to account for this category through the period it was presumed constant at 0.6%. For other periods, the urban area is assumed to be insignificant and no attempt is made to estimate it.

Figures for the area of agriculture or forest land or both were taken from Sylvander (13), Tosi (14), Cepal *et al.* (1), the Forest Cover Map of 1961 (5) and U.S. Department of Agriculture (15). Data that were not the original work of the authors were based on the agricultural census or information from the Central Bank. Some adjustments were necessary in order to separate the data into the categories outlined above. Nine estimates of the total area occupied by forest resulted: one observation for each of the years: 1977, 1975, 1973, 1971, 1963, 1961, 1955, 1950 and 1943. An equal number of observations were available representing the percentage land under agriculture for the same years.

A polynomial equation was fitted to the nine observations in each category. The equation type is:

$$1) \quad Y_e = a + bX + cX^2$$

where Y_e = estimate of cover category, as percent of the total land surface area of Costa Rica.*

X = Year (1977 is year 0; 1976 is year 1; and X ascends for other years prior to 1976)

a = intercept

b and c = regression coefficients

The least squares method was used to estimate the equation for each category and the results are as follows:

$$2) \quad Y_e = 41.71 + 1.5243(X) - 0.0147(X^2)$$

where Y_e = percentage of Costa Rica covered by forest

X = as in equation (1)

$$3) \quad Y_e = 54.17 - 1.5243(X) + 0.0147(X^2)$$

where Y_e = percentage of agricultural land

X = as in equation (1)

These equations fit the observations very well (the coefficient of determination (R^2) in both cases is 0.99). However, because of the nature of these models, it would be extremely risky to extrapolate them.

Equation (2) suggests that the percentage forest cover in Costa Rica in 1943 was 76.54% and in 1977 41.71%, thus the overall rate of deforestation in the period was about 52,000 hectares per year. The equation points to an ever-increasing speed of forest clearance. However, there is certain evidence to suggest that the rate may have reached a maximum of 70,000 hectares and has begun to subside somewhat (13).

The year 1900

During the period 1943–1977 the population increased from 687,000 to 2,044,000 (3) and according to equation (3), the total area devoted to agriculture rose from 9,881 km² in 1943 to 27,681 km² in 1977. From these sources, the agricultural area in ha/capita was calculated for the years 1977, 1943 and every five years from 1950 to 1970 inclusive. A straight line regression was fitted by the least squares method to the figures and the following equation was produced:

$$4) \quad Y_e = 1.34 + 0.0041(X)$$

where Y_e = is an estimate of agricultural land in ha/head of population

X = year, as in equation (1)

Equation (4) shows a tendency for the ratio of agricultural land per head to decrease slightly from 1943, which suggests a more efficient use of land through time. The assumption is made here that this process had been going on through the present century. If so, equation (4) indicates that the ratio would have been 1.656 ha/head of population for 1900 ($X = 77$). In that year, Costa Rica had a population of 303,760 (2), and therefore an esti-

* The dependant variable was expressed as a percentage rather than a transformed value. Transformation was not necessary, mainly because most of the original data lay between 30 and 70%.

mated agricultural land area of 5 030 km² or 9.8% of the country. The result agrees with an estimate made by Tosi (14) in that less than 10% of the national territory would have been under agriculture. Besides this, 3.5% was in the category 'other' and therefore the forest cover was about 86.7%.

Although the conclusion appears reasonable, such a calculation must be treated with caution because of lengthy extrapolation of equation (4) and a more detailed study is necessary to refine the estimates. However, agriculture in 1900 was not very different from that practised at the beginning of the period 1943–1977, nor would the rural/urban population balance have changed greatly, so that the estimated agricultural area may be, in error, exaggerated. The result suggests an overall deforestation rate of over 12 000 ha/year between 1900 and 1943, less than a quarter that of the period 1943–1977 as estimated by equation (2).

The year 1 800

Less than 10% of Costa Rica was divided into private property at the beginning of the XIX century and although no agricultural census exists for this time it is possible to limit the area on the basis of information of land transactions in the records (4). This area is divided by Hall (4), into five regions, each containing a different land use pattern. The rest of Costa Rica was 'tierra baldia' (crown land during the colonial period or national land after independence), which was practically all under forest (Figure 2).

The five regions of the private property area were not all cleared of forest at the beginning of the XIX century; the region of cacao production (region 1) on the east coast would have been heavily forested as well as the area that had been bought by speculators (region 3). In fact, outside the main population concentration, an area of about 600 km² (region 2), and a zone of large haciendas (region 5), very little land had been deforested. There was another area of about 350 km² to the west of region 2 in the Central Valley (region 4), where forests were of about 350 km² to the west of region 2 in the Central Valley (region 4), where forests were probably as extensive as grazing land.

If it is assumed, then, that all of region 2 and half of region 4 were cleared of forest, this could result in a cleared area of about 1.5% of the country.

Region 5 in the north west was possibly greater than 3 660 km² in extent, where livestock were raised in large haciendas. Extensive grazing was practiced and much of the zone was under forest;

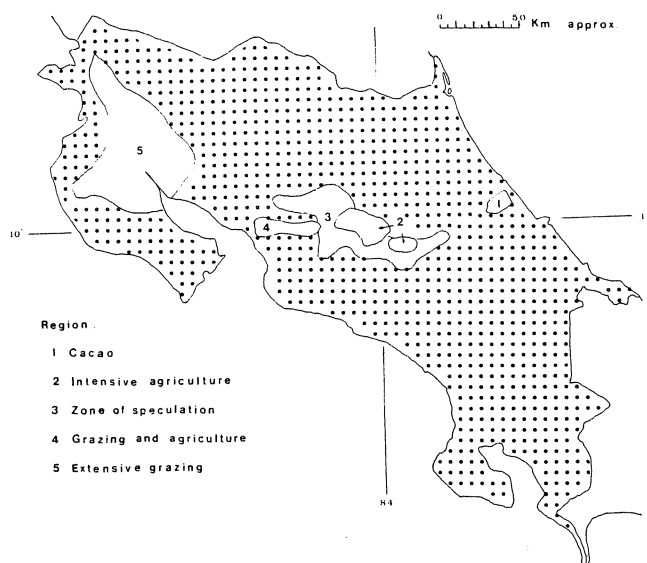


Fig. 2. Land use in Costa Rica C. 1800. Based on Hall (4).

savannas were also present. The savannas were thought to have been man-induced at some point in the past.

It is difficult to be precise about the proportion of land under forest in region 5 at the beginning of the XIX century. In 1977 the forest cover here was about 18% as estimated from: Min. Agr. Gan. (8) and in 1961 it was about 34% as estimated from Instit. Geog. Nac. (5). This indicates a forest cut back of over 36 km² per year. It was assumed that removal prior to 1961 was proportional to the national rate; thus the area of forest in 1900 was calculated to cover 53% of the region and the rate of felling at the turn of the century was estimated to be about 6.7 km² per year. If this rate had continued through the XIX century an extra 670 km² of forest would have been added, bringing the total area covered, in 1800, to about 71% of the region. The rate of deforestation in the XIX century would not have exceeded 6.7 km² per year, but may have been less and so it is difficult to be more precise than to assume the forest cover was between 53 and 71% in 1800; in other words, the open area lay between 29 and 47% of the region or 2.0 and 3.4% of Costa Rica.

In summary, in 1800 there was a cleared 'agricultural' area of between 3.5 and 4.9% of the country (mean of 4.2%) and a forest cover of between 91.6 and 93.0%. This would suggest an annual rate of deforestation of less than 3 000 ha per year, about a quarter that of the period 1900 – 1943. Further, most of the clearance would have taken place after 1850. This may be deduced from the proportion of

claims for 'tierras baldias' before and after 1850 in the National Archives, the growth in population (Figure 1) and the pattern of colonization of new areas by the expanding population (11).

Summary 1 500 – 2 000

Table 1 summarizes the probable pattern of land use through time, while Figure 3 shows how the forest cover was removed since 1800. By far the greatest amount of deforestation took place in the period 1943 – 1977 for which most data are available. In fact, more forest cover was removed in this period than in the previous 400 years. The estimates, particularly pre-1943 are tentative; it may be possible to refine them with a more detailed study of existing records but I doubt that the overall pattern would be altered greatly.

If the destruction of the forest resource was to continue unhindered at the present rate, then Costa Rica would be without forests by the end of the first quarter of the XXI century.

This enormous rate of removal is not accompanied by a parallel utilisation of the timber. Much of the wood is burnt or left to rot on the ground and most of the land eventually passes to grazing. The explosion of the area under grazing, especially since 1950, has contributed largely to the destruction of the country's forests and is seen as a source of quick monetary return but may be a long term fiasco (10, 12, 14).

Discussion

The dramatic decrease in the area of natural vegetation, especially in the last 40 years, has had many

Table 1. Pattern of land use in Costa Rica from the conquest to the present day, in percentage of the total surface area of the country.

Year	Land Use Category		
	Agriculture	Forest*	Other
Early 16th century	2.0	94.5	3.5
1800	4.2	92.3	3.5
1900	9.8	86.7	3.5
1943	19.4	76.5	4.1
1960	32.5	63.4	4.1
1977	54.2	41.7	4.1

* Includes natural forest only; the extent of planted forest is insignificant.



Fig 3 Forest cover of Costa Rica for selected years, based on Hall (4), year 1800, and Perez and Protti (9).

side effects on the environment. Erosion of unstable soils, particularly on sloping ground has increased; the stabilizing effect of the forest on watershed has been decreased and an appalling destruction of wildlife, wildlife habitats and flora has taken place. This has caused concern among conservationists and politicians.

The Government of Costa Rica has taken steps to control the indiscriminate felling of trees. A forest law was passed in 1969 to protect and use rationally the natural forest resources of the country (6). A reforestation law came into effect in 1977 (7) that encourages, through incentives, landowners to create forests by planting. National parks and forest reserves have been set up all around the country to preserve areas of scientific interest, and to protect flora and fauna from extinction, and to promote rational exploitation of the forest. It is too soon to comment on the long term effects of these measures but it is encouraging to see that steps are being taken in the right direction.

The next 30 years will be crucial for the natural forest resource of Costa Rica; whatever will be preserved will be preserved in this period and so it would be helpful to have continued surveys of the forest cover undertaken. These would help to assess the success or otherwise of the government measures and further corrective action could be taken if necessary.

Summary

An attempt is made to trace the changes that took place in the forest cover of Costa Rica, from the coming of the Spanish in the 16th century to the present day. A mathematical model was compiled for the period 1943 – 1977 and estimates were made for periods prior to this. Results are summarised in the form of a table. Effects of and reaction to the rate of deforestation are examined briefly.

Literature cited

- 1 CEPAL, FAO, OIT. Tenencia de la tierra y desarrollo rural en Centroamérica. 1976
- 2 COSTA RICA. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. Biblioteca Patria No. 5 Editorial Costa Rica. 1977.
- 3 DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Población de la República de Costa Rica por Provincias, Cantones y Distritos. No. 39. Ministerio de Economía Industria y Comercio. San José, Costa Rica. 1977
- 4 HALL, C. El café y el desarrollo histórico – geográfico de Costa Rica. Editorial Costa Rica y Universidad Nacional. 1978.
- 5 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Cobertura de bosques de Costa Rica. San José, Costa Rica. Map; scale 1:1 000 000. 1967
- 6 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Ley Forestal (No. 4465; 25 de noviembre de 1969) Imprenta Nacional, República de Costa Rica. 1977a.
- 7 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Ley de Reforestación Nacional (No. 6184; 18 de noviembre de 1977) San José, Costa Rica. 1977b.
- 8 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Mapa de cobertura de bosques de Costa Rica. San José, Costa Rica. Map; scale 1:1000 000. 1977c.
9. PEREZ, S. y PROTTE, F. Comportamiento del sector forestal durante el periodo 1950 – 1977. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria OPSA. DOC-OPSA-15. San José. 1978.
- 10 QUESADA, L. C. La forja de una nación. Thesis: Universidad de Costa Rica. Dos Tomos. 1974
- 11 SANDNER, G. La colonización agrícola de Costa Rica. Instituto Geográfico de Costa Rica. Ministerio de Obras Públicas. San José, Costa Rica. 1962
- 12 SPIELMAN, H. O. La expansión ganadera en Costa Rica. Informe Semestral Julio-Dic. Ministerio de Obras Públicas. Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica. 1972. pp. 33-57
- 13 SYLVANDER, R. B. Los bosques del país y su distribución por provincias. Dirección General Forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación PNUD/FAO-COS/72/013 Documento de trabajo No. 15. San José, Costa Rica. 1978
14. TOSI, J. A. Jr. Los Recursos Forestales de Costa Rica. Primer Congreso Nacional sobre Con-

servación de Recursos Naturales Renovables. Universidad de Costa Rica 1974 pp 89-107.

- 15 US DEPT. AGRICULTURE The forests of Costa Rica. Report. 1943 Washington, D. C., Trans into Spanish by F. Sancho and published in: Revista de Agricultura, Vol. 17

(2), (3), (4), (8), 1945 and Vol. 18, (1), (2), (4), (7), 1946.

16. WAGNER, P. L. Natural vegetation of Middle America Handbook of Middle American Indians. I Natural Environment and early cultures: 1971 pp. 216-263

Reseña de libros

BULLOCK, A. y WOODINGS, R. B. eds. The Fontana biographical companion to modern thought. London. Fontana, 1983 867 p \$ 6 95 en rústica

Cuando el admirable **Dictionary of modern thought**, de Bullock y Stallybrass, apareció en 1977, fue aclamado universalmente como una mini-enciclopedia de todos aquellos términos con que uno se tropieza en la esfera del pensamiento moderno, interpretado en forma amplia; no sólo filosofía, arte y ciencia, sino también política, sociología, educación, religión y cualquier otra cosa con que nos topamos en nuestras lecturas y que no ha alcanzado todavía un sitio en las enciclopedias usuales. Vocablos como "tremendista", "euritmica", "programación lineal", "oligopolio", "teoría de la caja negra", etc. Las entradas se relacionaban principalmente con abstracciones, instituciones y conjuntos de conceptos. Si me refiero a este primer libro es porque la gran acogida que tuvo originó este segundo volumen que lo complementa. También hay el hecho de que creía haber escrito una reseña recomendándolo, pero ahora veo que sólo hice unos apuntes que nunca completé.

Cuando se elaboró el diccionario, los editores tuvieron que aceptar que era imposible, por razones de espacio, incluir entradas biográficas; se limitaron, entonces, a poner sólo nombres y fechas, con referencias a las ideas y temas en las que tuvieron influencia. Se decidió esperar, y si el diccionario tenía éxito, se prepararía un volumen independiente, pero complementario, que presentaría la información biográfica, difícil de obtener, que cualquiera pueda necesitar al explorar el pensamiento moderno. Porque nadie puede, por ejemplo, estudiar física moderna sin saber quienes fueron Kamerlingh Onnes, Niels Bohr, Heisenberg, Rutherford, Schrödinger, y cuáles son las diferentes contribuciones que ellos han hecho; o, para tomar un puñado de nombres de la biología,

quienes fueron Hagen, Niko Tinbergen, Monod, Cornforth, Krebs, Vavilov, Watson y Crick, y con cuáles progresos están asociados. Es sorprendentemente difícil obtener respuestas satisfactorias para las figuras que han destacado en los últimos veinte o treinta años en los campos del conocimiento que menos publicidad reciben.

Por "moderno" se quiere decir, en este caso, el periodo desde 1900 hasta el presente. Esto excluye a casi todos los que murieron antes del siglo actual. Las excepciones son un pequeño número de figuras notables, tales como Marx, Babbage, Kirkegaard, Mendel (el centenario de su muerte se cumple este año) quienes, aunque sus fechas corresponden al siglo diecinueve, sus logros se han aprovechado, o se han reconocido en este siglo como contribuciones claves al pensamiento moderno.

El trabajo conjunto de los editores, consultores, especialistas y redactores, resultó en que unos 300 colaboradores escribieron unas 200 entradas. Pero la meta fue producir algo más que un **Who's Who**. Para llegar a la cifra final de 1945 entradas, el factor decisivo fue el grado en que un individuo que trabaja en un campo particular ha modificado la misma definición de su campo y su subsecuente desarrollo, y sigue siendo una presencia que se debe tener en cuenta por sus continuadores. También hay otro tipo de personas que han tenido influencia en el mundo moderno. Unos, la mayoría, por sus contribuciones a la literatura, religión, filosofía, las ciencias naturales y sociales, así como a la música y las artes visuales. Unos pocos gozan de una existencia simbólica como representantes de un punto de vista o estilo de acción distintivos. Esta existencia simbólica es aún más relevante para los actores, ya sea del teatro, cinema o sala de conciertos, algunos de los cuales (Casals, Chaplin, Marilyn Monroe) son ya leyendas.

El examen de este libro, que a ratos se vuelve fascinante, nos deja la impresión de que va a ser difícil mantener que el siglo veinte no ha alcanzado la energía creadora y el genio de las edades que lo han precedido. También aparecen, al recorrer sus páginas, cier-

tos temas generales que se entrecruzan en el diseño del pensamiento moderno. Como ejemplos se pueden señalar el papel de países de la Comunidad británica, como Australia, India, Pakistán, como una fuente de talentos subsecuentemente desarrollados en Inglaterra y los Estados Unidos; las interrelaciones entre ideas científicas particulares y las expresiones literarias y artísticas de conceptos afines; la coincidencia de fechas; y, algo que salta a la vista al pasar las hojas, la extraordinaria contribución de los científicos, escritores y artistas, víctimas de la persecución totalitaria de Alemania, Austria, Italia, Polonia y Rusia, antes y después de la segunda guerra mundial. Aparecen así los nombres de Einstein, Fermi, Severo Ochoa, Freud, Casals, Kissinger, Rachmaninov, Stravinski, Landowska, Max Reinhart, Wittgenstein, Marcuse y muchos más.

El libro tiene un índice clasificado en grandes campos, en el que se puede apreciar que las entradas más numerosas pertenecen al de las artes (15 columnas de nombres), dentro del cual predominan la literatura (8 columnas) y las artes visuales (4). Le sigue el campo del pensamiento y acción social (9 columnas), en el que predomina el grupo política y guerra (4 columnas). En tercer lugar ocurre el campo de la ciencia y tecnología (8 columnas), en el que sobresalen las ciencias físicas (3, 5 columnas) seguidas de las biológicas (2). Por último, tenemos el campo de las humanidades (5 columnas), dominado por la historia (5) y la filosofía (2).

España y la América hispana están representadas. Los nombres aparecen más en la literatura (30) y pintura (7). Después aparecen aisladamente en música (Falla, Casals, Segovia), arquitectura (Gaudi), filosofía (Ortega, Santayana), religión (el teólogo Gustavo Gutiérrez, el autor de *Teología de la liberación*, Lima 1971), políticos (Allende, Castro, Franco, Guevara, los Perón) y ciencias biológicas (Cajal, Ochoa).

En literatura, política y música popular se encuentran los personajes de menor edad, lo que no sorprende, pues en estas actividades se alcanzan triunfos tempranamente. Veamos algunos ejemplos. Entre los protagonistas del "boom" latinoamericano, hacen su aparición literatos jóvenes como Vargas Llosa (nacido 1936), Fuentes (n. 1928), García Márquez (n. 1928), y otros menos jóvenes como Rulfo (n. 1917), Cortázar (n. 1914), Carpentier (n. 1904) y Asturias (n. 1899). Entre los músicos populares tenemos los personajes más jóvenes: los Beatles (n. de 1940 a 1943), los Rolling Stones (n. de 1936 a 1944), Jimi Hendrix (n. 1942) y Bob Dylan (n. 1941). Por último, los políticos más jóvenes que figuran son Qaddafi (n. 1942) y Wallesa (n. 1943).

La diversidad de actividades en las que esas personas han dejado su marca en este siglo hace que su examen se haga con interés y placer. En qué otra parte, por ejemplo, pueden encontrarse en páginas vecinas al creador de una estilización lineal rítmica distintiva (Modigliani), al pintor que llegó al límite de la pintura abstracta (Mondrian), al que le dio su nombre al impresionismo (Monet), al padre de la comunidad económica europea (Monnet), a uno de los principales arquitectos de la biología molecular (Monod), al principal símbolo sexual femenino de la posguerra (Marilyn Monroe), a la mujer que revolucionó a la educación infantil (Montessori), y al hombre que transformó la industria japonesa al aplicar los transistores a productos baratos de consumo, como radios de bolsillo, televisores y cintas de video (Morita). En resumen, Lord Bullock ha creado nuevamente un volumen que no tiene competidores en los anaqueles de referencias.

ADALBERTO GORBITZ
EDITOR EMERITO IICA
APARTADO POSTAL 281 - 2 100 GUADALUPE
COSTA RICA

EPOCA DE ATAQUE DE *Acanthoscelides obtectus* (Say) AO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) SOB CONDIÇÕES DE CAMPO¹ /

L. A. MENTEN*
J. O. M. MENTEN**

Summary

With the objective of determining when bean (Phaseolus vulgaris L.) developing pods are more susceptible to infestation from Acanthoscelides obtectus (Say, 1813), four separate infestations treatments were tested, under field conditions. A. obtectus were released at pod formation, stuffing, physiologic maturation and at harvesting maturation. Immediately before (control) and three days after each release, the pods were protected with impermeable paper bags to avoid infestation by the insects released in the next phases. The bean genotypes were kept in the field until the end of their vegetative cycle. It is concluded that the pod development phases more susceptible to infestation by A. obtectus are at physiologic and harvesting maturation. Among the four genotypes of P. vulgaris tested in the field, cv. Carioca and the TMD-1 mutant are more resistant than cv. Rosinha G-2 and Goiano Precoce.

Introdução

Vários países da América Latina estão dando ênfase ao estudo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), principalmente aos aspectos fitossanitários. Dentre estes, destaque é dado a insetos pragas por causarem grandes prejuízos para essa leguminosa. Entre os diversos insetos pragas que afetam esta cultura destaca-se o "caruncho", *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1813), que pode atacar o feijoeiro no campo e os grãos armazenados e que, segundo Rosseto (10), está incluído entre os sete insetos mais prejudiciais para o feijão no Brasil.

O feijão infestado por *A. obtectus* no campo (aparentemente sadio) é trazido para o armazém e dentro de pouco tempo os adultos emergem, dando início a uma nova infestação, prejudicando inclusive outros grãos que porventura estejam próximos e livres de ataque (2, 9, 11).

O conhecimento da época do ataque de um inseto, durante o ciclo vegetativo de uma cultura, é ponto fundamental para a realização de um controle seguro e eficiente dessa praga.

Pouco se conhece a respeito da época exata do ataque de *A. obtectus* à cultura do feijoeiro. Sabe-se que o ataque desse bruquídeo varia de acordo com as características da planta e condições do meio ambiente. Existem trabalhos que relatam o ataque de *A. obtectus* no campo, em cultura de feijoeiro, sem especificar a época exata do desenvolvimento das vagens em que ocorre o ataque, e que a infestação desta praga pode ter início no campo ou nos armazéns de grãos, como pode ser observado nas pesquisas realizadas por Labeyrie (3, 4), Costa e Rosseto (2), Andrade e Vieira (1), Puzzi (9), Schoonhoven (11) e Menten *et al.* (8).

Baseado nos sérios problemas de ordem econômica causados por *A. obtectus* ao feijoeiro, foi realizado o

¹ Recebido para publicação em 13 de julho 1983
Trabalho apresentado na Reunião Regional da Soc. Bras. para o Progresso da Ciência, Piracicaba-SP, Brasil 18-20/02/1981

* Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na Seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Universidade de São Paulo (CENA/USP). C.P. 96. 13400 Piracicaba-SP. Brasil

** Seção de Radiogenética do Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Universidade de São Paulo (CENA/USP) e bolsista do CNPq, CP 96, Piracicaba-SP. Brasil

presente trabalho de pesquisa, para verificar a fase de desenvolvimento mais suscetível ao ataque desse "caruncho" às vagens do feijoeiro

Material e métodos

Esta pesquisa foi realizada na Estação Experimental de Piracicaba, do IAC, e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, em Piracicaba-SP, Brasil. Este trabalho foi desenvolvido sob condições de campo e de laboratório. A parte desenvolvida no campo consistiu do plantio de quatro genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): Goiano Precoce, Rosinha G-2, Carioca e a linhagem mutante TMD-1, proveniente da cv. Carioca. Esses materiais foram plantados, no espaçamento de 20 cm x 70 cm, em 16 parcelas de 6 m x 10 m (quatro áreas incluindo os quatro materiais em cada uma delas); as áreas estavam separadas por cinco linhas de milho, cuja finalidade era servir como barreira entre uma área e outra, a fim de evitar a infestação de insetos de áreas vizinhas e do próprio *A. obtectus* liberado em épocas diferentes em cada área.

Realizaram-se quatro infestações de 800 *A. obtectus* adultos cada uma, provenientes de uma criação massal do laboratório de Entomologia do CENA/USP, em grãos de feijão branco.

Em cada área, constituída pelos quatro materiais testados, foi realizada uma liberação de 800 "carunchos" de acordo com os seguintes estádios de desenvolvimento do feijoeiro: (a) formação de vagens; (b) enchimento de vagens; (c) maturação fisiológica; (d) maturação de colheita.

Antes de cada infestação realizada protegeram-se 320 vagens de cada área, sendo 80 de cada genótipo, com sacos de papel impermeável de 7 cm x 18 cm, que serviram de testemunha. Três dias após cada infestação protegeram-se mais 320 vagens, para que as mesmas não fossem atacadas nas fases subsequentes de seu desenvolvimento.

Após a maturação completa da cultura, as vagens protegidas (imediatamente antes e três dias após a liberação dos insetos) de cada parcela foram colhidas, beneficiadas e divididas em quatro repetições, onde teve início a segunda etapa desta pesquisa, sob condições de laboratório.

Coletaram-se 128 amostras de grãos, correspondentes aos 4 genótipos, as 4 épocas de infestações, as quatro repetições e suas respectivas testemunhas; cada amostra, composta por 100 grãos, foi colocada em um vidro com capacidade para 500 ml e acondicionada em uma câmara com temperatura de $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa.

Essas amostras foram observadas semanalmente, para verificar a emergência dos adultos, até o final da segunda geração. Do número de adultos provenientes das infestações artificiais foi diminuindo o número de adultos de suas respectivas testemunhas, a fim de se determinar a emergência devida ao ataque apenas durante os três dias representativos de cada fase de desenvolvimento das vagens.

A análise estatística utilizada para avaliar esses resultados foi do tipo fatorial, série mista 4 x 4, inteiramente casualizado.

Resultados e discussão

Os resultados da presente pesquisa estão apresentados no Quadro 1. A análise estatística demonstrou que existe uma interação entre fases de desenvolvimento (tratamentos) e genótipo de feijoeiro; assim, desdobrou-se a mesma para melhor compreensão. No Desdobramento 1, pode ser observado o efeito de tratamento dentro de cada genótipo, onde nota-se que para a cv. Goiano Precoce a fase de maturação fisiológica foi a mais atacada, apresentando maior emergência de "carunchos" *A. obtectus*. Na cv. Rosinha G-2, a fase mais suscetível ao ataque foi a de maturação de colheita; já na cv. Carioca não ocorreu diferença de ataque entre estas fases. A linhagem mutante TMD-1 foi mais atacada na última fase de desenvolvimento da vagem (maturação de colheita).

O fato da cv. Goiano Precoce ter apresentado maior suscetibilidade na fase de maturação fisiológica, diferindo dos resultados observados para os demais genótipos, foi devido ao fato desta cultivar apresentar um ciclo vegetativo menor, atingindo mais rapidamente as fases de desenvolvimento de vagens, em relação aos demais genótipos.

De uma maneira geral, os resultados demonstram que as fases de maturação fisiológica e de colheita foram as mais propícias ao ataque de *A. obtectus*. É provável que nestas fases haja maior atratividade para oviposição do inseto e/ou melhores condições para o desenvolvimento das larvas no interior dos grãos, devido ao seu maior tamanho ou maior quantidade de nutrientes.

Esses resultados estão coerentes com as pesquisas de Larson e Fisher (6) e Labeyrie e Maison (5); esses autores observaram que a época mais propícia para a oviposição de *A. obtectus* em *P. vulgaris* foi a fase de maturação das vagens, sem especificar se era maturação fisiológica ou de colheita.

Com base nos presentes resultados, sugere-se que possíveis medidas de controle de *A. obtectus*, no campo, poderiam incluir a antecipação da colheita e a

Quadro 1. Número de *A. obtectus* emergidos após a 2a. geração de 100 grãos de feijão, provenientes de infestações artificiais em 4 fases de desenvolvimento de 4 genótipos de *P. vulgaris* Piracicaba-SP, Brasil. 1980.

DESDOBRAMENTO 1

Tratamentos (fases desenv.)	Efeito de tratamento dentro de cada cultivar			
	Goiano precoce	Rosinha G-2	Carioca	TMD-1
Formação vagens	19.50 c** [*]	84.75 c	8.50 b	9.00 b
Enchimento vagens	88.25 b	56.50 c	7.50 b	12.50 b
Maturação fisiol	168.25 a	117.25 b	49.75 a	19.50 b
Maturação colheita	104.00 b	169.25 a	41.75 a	57.50 a

DESDOBRAMENTO 2

Cultivares	Efeito de cultivar dentro de cada tratamento			
	Formação vagem	Enchimento vagem	Maturação fisiol.	Maturação colheita
G. Precoce	19.50 b** [*]	88.25 a	168.25 a	104.00 b
Rosinha G-2	84.75 a	56.50 a	117.25 b	169.25 a
Carioca	8.50 b	7.50 b	49.75 c	41.75 c
TMD-1	9.00 b	12.50 b	19.50 c	57.50 c

* Cada valor representa a média de 4 repetições do número de insetos emergidos de cada tratamento menos o número de insetos emergidos de suas respectivas testemunhas

** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

aplicação de defensivos nas fases de maturação fisiológica e maturação de colheita. Recomenda-se, também, essas fases para infestação no campo, com objetivo de discriminar com maior eficiência e segurança, níveis de resistência ao "caruncho".

Foi feita uma comparação entre as médias de adultos que emergiram de cada genótipo em determinada fase de desenvolvimento (Desdobramento 2 do Quadro 1), onde observase que as cultivares Goiano Precoce e Rosinha G-2, foram mais suscetíveis ao ataque do "caruncho", em relação à cv Carioca e à linhagem mutante TMD-1, em todas as fases de desenvolvimento das vagens; entretanto, sugere-se que, para avaliação de resistência seja empregado o parâmetro número de furos/100 grãos, pois nem sempre o número de adultos emergidos é igual ao número de furos; isto é explicado pelo fato de que o inseto pode romper o

orifício de saída, e não do grão. Por esta razão, genótipos com determinado grau de resistência, quando analisados pelo parâmetro número de adultos emergidos, poderiam se enquadrados em outros graus de resistência, quando avaliados pelo número de furos/100 grãos.

Conclusões

A análise dos resultados do presente experimento permite concluir que:

a) as fases de desenvolvimento do feijoeiro (*P. vulgaris*) mais suscetíveis ao ataque de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1813), são maturação fisiológica e maturação de colheita.

b) a cultivar Carioca e a linhagem mutante TMD-1 são mais resistentes, sob condições de campo, em relação às cultivares Goiano Precoce e Rosinha G-2, ao ataque do "caruncho" *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1813)

Resumo

Estudou-se, dentre as quatro fases de desenvolvimento das vagens de *P. vulgaris*, as mais propícias ao ataque do "caruncho" *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1813). Para isto, liberaram-se "carunchos" adultos no campo, de acordo com a fase de desenvolvimento das vagens. A liberação foi feita em cada fase separadamente; imediatamente antes (testemunha) e três dias após cada liberação, as vagens eram protegidas para que não fossem atacadas por "carunchos" liberados nas fases seguintes; o feijão foi mantido no campo até a fase final de seu ciclo. Concluiu-se que, dentre as quatro fases de desenvolvimento (formação de vagens, enchimento de vagens, maturação fisiológica e maturação de colheita), as mais suscetíveis ao ataque de *A. obtectus* foram as de maturação fisiológica e maturação de colheita. Dentre os 4 genótipos de *P. vulgaris* estudados, a cv Carioca e a linhagem mutante TMD-1, foram mais resistentes, sob condições de campo, em relação às cultivares Goiano Precoce e Rosinha G-2, ao ataque de *A. obtectus*.

Literatura citada

- 1 ANDRADE, A. M. e VIEIRA, C. Efeitos da colheita em diferentes estádios de maturação sobre alguns cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Experimentos 14(7):152-178. 1972.
- 2 COSTA, C. L. e ROSSETO, C. J. Investigação sobre pragas do feijoeiro no Brasil. Anais do I Simpósio de feijão, vol. 2, Viçosa, MG. 23-302. 1972.
- 3 LABEYRIE, V. Influence de techniques de récoltes des haricots sees sur l'intensité des attaques de la bruche (*Acanthoscelides obtectus* Say). Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de Académie Agricole de France 43(3):138-140. 1957a.
- 4 LABEYRIE, V. Sur les conditions de pullulation en France de la bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say) en culture. Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de Académie Agricole de France 43(3):590-593. 1957b.
- 5 LABEYRIE, V. e MAISON, P. Sur les relations entre la ponte d'*Acanthoscelides obtectus* Say dans la nature et les stades phénologiques de *Phaseolus vulgaris* Linné. Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de Académie Agricole de France 238(4):1920-1954.
- 6 LARSON, A. O. e FISHER, C. K. The bean weevil and the southern cowpea weevil in California. Technical Bulletin USA Department of Agriculture 593, Washington, D.C. 1938.
- 7 MANOLACHE, C.; BOGULEANU, G. H.; NICOLAESCU, N. e GUATENMACHER, P. Comportarea diferitelor soiuri de faseole la atacul gargaritei - *Acanthoscelides obtectus* Say. Lucrari Stiintifice. Institute Agricole N. Balcescu, Bucuresti, Ser. A. 9:445-454. 1966.
- 8 MENTEN, L. A. S.; WIENDL, F. M. e MENTEN, J. O. M. Determinação do raio de voo (ação) de *Acanthoscelides obtectus*, (Say, 1813) (Col. Bruchidae) por meio de traçador radioactivo 131 I. Energia Nuclear Agriculture, Piracicaba, SP. 3(1):34-43. 1981.
- 9 PUZZI, D. Conservação dos grãos armazenados. ed. Agr. Ceres, SP., Brasil. 1973. 217 p.
- 10 ROSSETO, C. J. Sugestão para o armazenamento de grãos no Brasil. O Agrônomo. Campinas, SP. 18(9-10):38-51. 1966.
- 11 SCHOONHOVEN, V. A. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Symposium on Tropical Stored Product Entomology, 15th International Congress of Entomology. Washington, D.C., USA. 1976.

Resumen

Se investigó el efecto de reducir la nitrificación sobre la absorción de nitrógeno por caña de azúcar y en consecuencia la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado al suelo.

*El nitrógeno absorbido correlacionó con el rendimiento de caña de azúcar ($r = 0.96^{**}$). Por lo tanto, la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado al suelo aumentó con la inhibición de la nitrificación y la desnitrificación por bacterias (causantes de pérdidas de nitrógeno) cuando se usó inhibidores.*

Introduction

One of the major problems facing the use of mineral fertilizers is the loss through leaching or volatilization

Nitrogen of all other mineral fertilizers faces the greatest danger of decreased efficiency through its loss in the soil. It has been suggested that nitrogen fertilizers are only to about 30-70% efficiency in the first year of application (1, 3)

The rate of loss of nitrogen through volatilization and leaching was set at about 15 million tons per year world wide, that is about 30% of the total production (7).

The loss of nitrogen by surface water run-off and vertical water movement in the soil is possible when nitrogen is in a mobile state, in the form of nitrate-N in the soil. The ammonium-N in the soil is attached to the soil colloids with a greater force than the more mobile nitrate-N. Because of the rapidity with which the ammonium-N is converted to the nitrate-N form in the soil through the activities of the nitrifying bacteria, the former is subjected to a similar fate in the soil as the nitrate-N.

The rate of loss of nitrogen therefore, depends on the rate and intensity of nitrification in the soil (10). Experiments conducted with marked ¹⁵N showed that about 16-31% of applied nitrogen on sandy soils and 11-25% on loamy soil, are lost through denitrification (5). The loss of soil applied nitrogen through leaching and volatilization reduces the efficiency of this fertilizer. It is therefore of economic interest to devise a more effective way of using nitrogen fertilizers so as to obtain profitable response.

This study was therefore designed to examine the effect of the suppression of the nitrification process on the effectiveness of the soil applied nitrogen.

Material and methods

Material

Four and a half kilograms of soil (para-brown earth stagnogley) and 1.5 kg of sand were mixed and packed into 10 litre plastic pots. Table 1 shows the important properties of the para-brown earth stagnogley soil, sand and the mixture.

The experiment was conducted in the glasshouse of the Institute for Tropical Agriculture, Lieberkowitz, Leipzig. It extended over a period of 124 days. Nitrogen was supplied as urea, sodium nitrate, and sulphate of ammonia with and without nitrification inhibitor (Table 2).

¹ Received for publication in May 9, 1983

* Present address: Cocoa Research Institute of Nigeria, Soils and Chemistry Division, P.M.B. 5244, IBADAN-NIGERIA

Table 1. Important chemical properties of the para-brown earth stagnogley soil, sand and the soil-sand mixture.

Soil variables	Soil	Sand	Mixture
pH (KCl)	5.100	3.700	5.000
Exchangeable $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg $\text{NH}_4\text{-N}$ /100 g soil)	0.214	0.000	0.177
Total - N (mgN/100 g soil)	85.633	0.000	66.152
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /100 g soil)	0.000	0.000	0.000
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg $\text{NO}_2\text{-N}$ /100 g soil)	0.624	0.000	0.500
Water retention capacity (%)	-	-	25.420

The sugar cane cuttings were germinated first in pure sand before they were transplanted into the post. There was one plant per pot and each treatment was replicated 5 times in a complete randomised design. The nitrification inhibitor used is a new development treated under the name "6194" from the German Democratic Republic.

Method

A basal dose of 0.545 g P as KH_4PO_4 , 1.245 g K as K_2SO_4 and 0.150 g Mg as $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ was applied to each pot one day before the plants were transplanted. The nitrification inhibitor was applied at the rate of 8 ppm per pot (i.e. 50 ml of the solution) or in the absence, 50 ml of the alcohol used to dissolve the inhibitor medium. In an attempt to reduce volatilization, another layer of the soil-sand-mixture was used to cover the top after the application of the basal fertilizer and the inhibitor. Twenty-one days after the sugar cane cuttings were transplanted, the nitrogen fertilizers were applied in solutions injected into the soil.

Water supply was maintained at 80% saturation of the water retention capacity of the soil-sand-mixture.

The nitrogen balance in the soil after the experiment was determined by the difference between the total nitrogen in the soil-sand-mixture before the experiment plus the nitrogen added as fertilizer and the nitrogen left in the soil after harvest plus nitrogen in the plants (stem and leaf).

Soil and plant analysis

Soil samples were taken every seven days to monitor the pH and nitrogen dynamics in the soil. The parameters determined in the soil were:

- i) pH - measurement in KCl with pH-meter;

Table 2. The order of Fertilizer/Nitrification-Inhibitor Application to the plants.

Treatment	Nitrogen applied per pot as (g N/pot)	Nitrification inhibitor (ppm)
1	Zero-Nitrogen (Control)	-
2	Urea	-
3	Urea + Inhibitor	8
4	Sodium nitrate	-
5	Sodium nitrate + Inhibitor	8
6	Sulphate of Sulphate of Ammonia	-
7	Sulphate of Ammonia + Inhibitor	8

- ii) $\text{NO}_3\text{-N}$ was determined as described by Jackson (2);
- iii) $\text{NO}_2\text{-N}$ by treatment with sulfanil acid and naphthylamine and later measured with the flame photometer;
- iv) Total nitrogen by the micro-kjeldahl method as described elsewhere (4);
- v) Exchangeable $\text{NH}_4\text{-N}$ was determined as described by Pertburgski (8)

After harvest, the sugar cane stems and leaves were dried at 55°C and ground for the following analysis:

- i) Total - N (without $\text{NO}_3\text{-N}$) as described elsewhere (4);
- ii) $\text{NO}_3\text{-N}$ determined by treatment with 1% CuSO_4 solution, xylenol, 88% H_2SO_4 and 1% NaOH solution
- iii) Nitrogen uptake calculated by multiplying the concentration by the leaf and stem yield

Results and discussions

The results of the soil analysis have been discussed by Obatolu (6). The ammonium-nitrogen and the nitrate-nitrogen contents of the soils are presented in Tables 3 and 4.

The nitrification-inhibitor induced an accumulation of ammonium-N in the soil when urea or sulphate of ammonia were used as source of nitrogen (Table 3). The nitrification-inhibitor also suppressed conversion to nitrate-N of urea or sulphate of ammonia as compared to the treatments without inhibitor (Table 4).

Table 3. NH_4^+ -N dynamics in the soil during experimental period.

Treatment	Weeks of the experiment								
	1	2	3	4	5	6	7	8	19
Control	0.40	1.32	1.32	0.53	0.53	1.59	1.81	1.24	1.12
Urea	14.30	17.07	13.49	12.26	10.31	11.15	6.80	3.00%	3.99
Urea + Inhibitor	18.07	21.09	19.75	13.94	11.80	11.77	5.17	2.29	2.13
Sodium nitrate	1.32	1.06	0.88	0.00	0.00	2.39	3.16	1.76	2.26
Sodium nitrate + Inhibitor	2.03	2.65	1.50	1.94	0.00	2.66	1.81	1.42	6.41
Sulphate of ammonia	21.17	22.95	14.10	12.00	13.08	8.94	5.26	2.11	1.55
Sulphate of ammonia + Inhibitor	20.53	24.89	21.60	14.29	9.59	13.98	9.26	6.90	1.28

Table 4. NH_3^- -N dynamics in the soil during experimental period.

Treatment	Weeks of the experiment								
	1	2	3	4	5	6	7	8	19
Control	0.04	0.09	0.08	0.08	0.08	0.00	0.29	0.0	0.00
Urea	0.00	2.64	0.00	0.08	0.17	0.00	0.24	0.24	0.00
Urea + Inhibitor	0.06	0.04	0.08	0.08	0.17	0.00	0.36	0.00	0.00
Sodium nitrate	18.70	7.43	14.52	9.82	8.94	3.14	1.42	0.12	0.00
Sodium nitrate + Inhibitor	12.56	9.69	9.72	2.04	0.33	0.08	0.24	0.08	0.00
Sulphate of ammonia	0.30	0.88	1.35	0.34	0.08	0.00	0.45	0.17	0.00
Sulphate of ammonia + Inhibitor	0.32	0.69	0.41	0.08	0.17	0.00	0.25	0.00	0.00

Figure 1 shows the values of nitrogen uptake by the plants of the different treatments, and it is suggested that the application of nitrogen fertilizer increased the N-uptake by seven to sixteen times the control. The N treatments caused differences in N uptake by sugar cane. Plants treated with sulphate of ammonia had the greatest N-uptake and they were followed by plants treated with urea and sodium nitrate, respectively. Through the use of the nitrification-inhibitor, N-uptake by sugar cane was increased by 205.05, 24.71 and 16.27 mg N/pot when sulphate of ammonia, urea and sodium nitrate were applied.

Figure 2 shows the relationship between the yield (leaf and stem) and the efficiency of the applied nitrogen. It is suggested that the yield increases with the efficiency of the N-fertilizer applied, and the correlation coefficient between leaf/stem yield and the fertilizer efficiency is very high ($r = 0.96^{**}$). The ammonium-nitrogen fertilizers (i.e. urea and sulphate of ammonia) gave higher yield in this experiment than the nitrate fertilizer (sodium nitrate). Increased availability of the ammonium-nitrogen through the application of the nitrification inhibitor appeared to have increased the efficiency of the applied nitrogen and thus agrees with the statement

that nitrogen in form of ammonium-N is theoretically more efficiently utilized than nitrate-N, because it is less subject to loss by leaching and volatilization from the soil (9).

The effect of the N-sources and the nitrification inhibitor on the amount of nitrogen lost is shown in Table 5.

Table 5 suggests that the use of the nitrification inhibitor reduced the loss of nitrogen by 24.4, 32.74 and 73.58% respectively when urea, sodium nitrate

Table 5. Nitrogen loss at the end of the experimental period (mgN/pot).

Treatment	Nitrogen loss (mgN/pot)
Control	401.85
Urea	731.06
Urea + Inhibitor	537.85
Sodium nitrate	961.40
Sodium nitrate + Inhibitor	646.60
Sulphate of ammonia	565.15
Sulphate of ammonia + Inhibitor	149.34

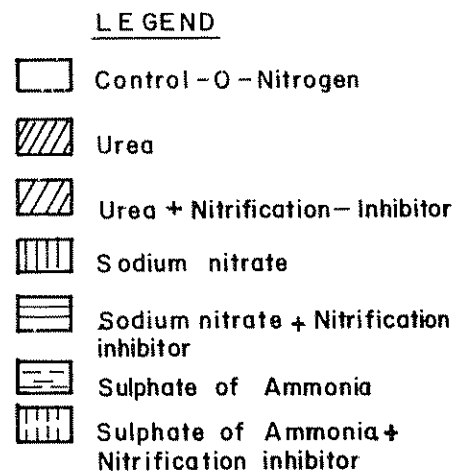
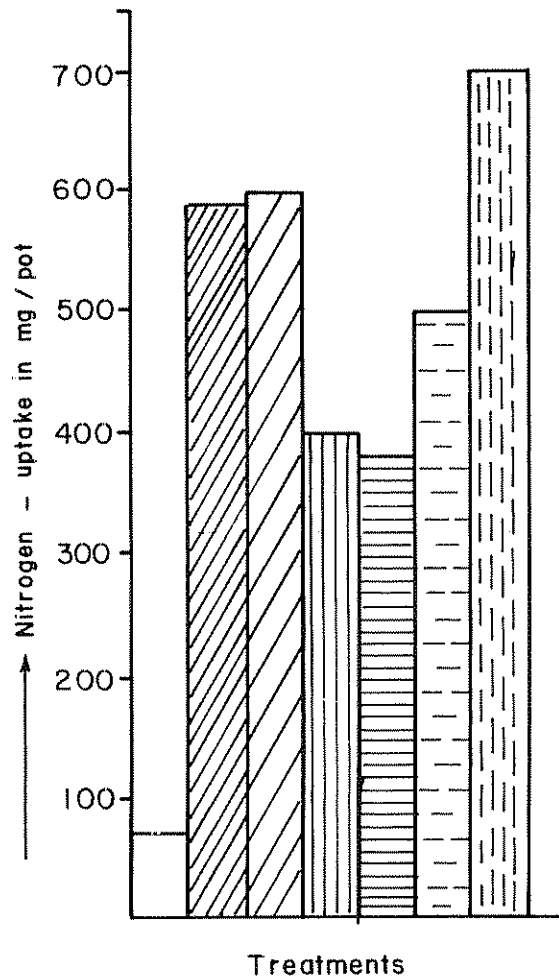


Fig 1 Nitrogen - uptake (mg/pot) of Leaf and stem in relationship to N-source and Nitrification inhibitor

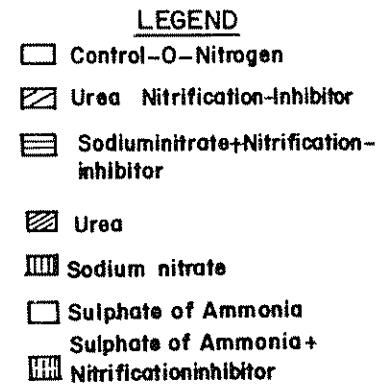
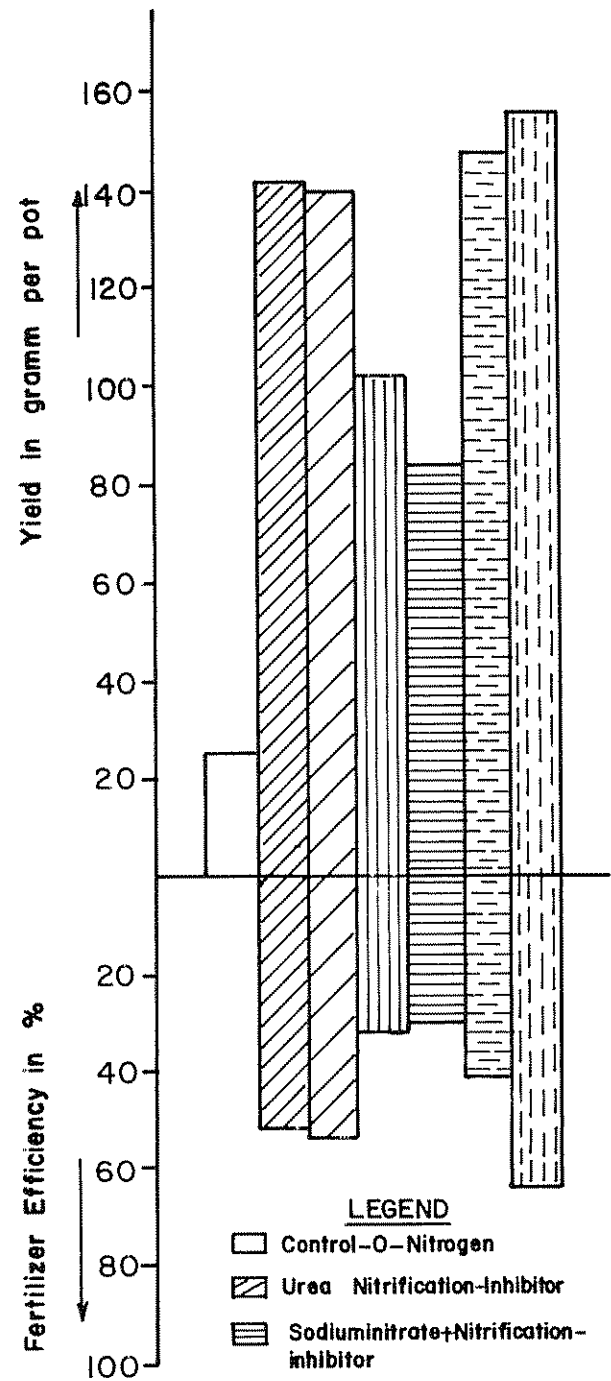


Fig. 2 Leaf and stem yield (gramm/pot) versus Nitrogen fertilizer Efficiency (%).

and sulphate of ammonia were applied, compared to the control.

Therefore it could be suggested that the nitrification inhibitor does not only reduce the nitrification but also the rate of denitrification. This is because there could not have been any nitrogen loss through leaching, since the pots used in this experiment were not perforated at the bottom, thus leaving gaseous escape of nitrogeneous gases as the only source of nitrogen loss. Since the treatments where the nitrification inhibitor was used suffered less loss, it could be inferred, that denitrification which is the process by which the nitrate-N is converted to gaseous forms of nitrogen and lost, is also reduced. The fact that the loss of nitrogen when sodium-N is used is even smaller than when urea is used, seems to buttress this assertion.

The fact that the nitrification inhibitor increased the efficiency of nitrogen fertilizer in sugar cane production may be due to possible reduction of the activity of nitrifying bacteria by the inhibitor. The latter effect is expected to reduce the amount of nitrate-N available for denitrification and increased the availability of ammonium-N. Normally the ammonium-N is not as mobile as the nitrate-N in the soil, consequently the molecules of ammonium-N are held within the reach of the plant roots and the uptake is thus increased, and by the optimization of all other growing conditions, the efficiency is increased.

Summary

The effect of suppression of nitrification on nitrogen uptake by sugar cane and consequently the efficiency of soil-applied nitrogen was investigated.

The uptake of nitrogen highly correlated with the yield of sugar cane plants, the correlation coefficient being 0.96**. Thus, the efficiency of the soil applied nitrogen was increased through the inhibition of nitrification and denitrification by bacteria (consequent sources of nitrogen loss) by use of a nitrification inhibitor.

Literature cited

- 1 CATCHPOOLE, V. R. Pathways for losses of fertilizer nitrogen from a Rhodes Grass pasture in S.E. Queensland. *In* Australian Journal of Agricultural Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Melbourne 26(119): 259-268. 1975.
- 2 JACKSON, M. L. Soil chemical analysis 3rd ed. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff. New York, 1962.
- 3 KUNDLER, P. *et al.* Mineraldüngung. VEB Deutscher landwirtschaftsverlag, Berlin, GDR, 1970.
- 4 KUNZE, A., EBERLING, R.; VIELEMEYER, H. P.; BERGMANN, W. Einige Apparative verbesserungen bei Halbmikroaufschluss nach der Kjeldahl Methode in Verbindung mit verschiedenen vergleichs-untersuchungen. *In* Zeitschrift d. landw. versuchs und untersuchungswesen 10:55-63. 1964.
- 5 MENGEL, K. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen, 4. Auflage. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1972.
- 6 OBATOLU, C. R. Studies about the nitrate and ammonium-nutrition of sugar beets and sugar cane with special reference to the use of a nitrification-inhibitor. MSc Thesis. Karl-Marx University, Leipzig GDR, 1980.
- 7 PAGEL, H. Stickstoffbilanz und Stickstoffverluste, in Gefassversuchen. *In* Probleme des Stickstoffeinsatzes in der industriemassigen pflanzenproduktion. Tagungsbericht der Akademie der landwirtschaftswissenschaften, DDR, Berlin 155. 1978.
- 8 PERTBURGSKI, A. W. Praktikum der Agrochemie. Staatlicher verlag für Landwirtschaftliche Literatur. Moscow 1954, pp. 213-214.
- 9 REISENAUER, H. M. Absorption and Utilization of $\text{NH}_4\text{-N}$ by plants. *In* Nitrogen in the Environment: soil-plant-nitrogen relationships vol. 2. Academic Press, New York, San Francisco, London, 1978.
- 10 SMIRNOV, P. M. Anwendung von Nitrifikationsinhibitoren zur senkung der stickstoffverluste und zur Effektiviterhöhung der stickstoffdüngung. *In* Probleme des stickstoffeinsatzes in der industriemassigen Pflanzenproduktion. Tagungsbericht der Akademie der landw. wissenschaften der DDR, Berlin 155, 1978, pp. 165-180.

Reseña de libros

WHYTE, W. F. y BOYNTON, D. eds Higher-yielding human systems for agriculture. Cornell University Press 1983 342 p

En esta obra se presenta un resumen de la labor llevada a cabo por un equipo de investigadores patrocinado por "El Comité de Desarrollo Rural del Centro de Estudios Internacionales de la Universidad de Cornell"

El propósito fundamental del libro es exponer una nueva estrategia de desarrollo rural para las regiones tropicales, basada en sistemas de producción para pequeños agricultores. Se considera que esta nueva estrategia debe propender a la realización de investigaciones interdisciplinarias en las mismas fincas y con una participación directa del pequeño agricultor, de tal suerte que tome en cuenta las inquietudes y necesidades de este último. Para ellos el pequeño agricultor es aquel finquero del Tercer Mundo, que a la fecha ha estado al margen de los grandes avances de las ciencias agrícolas y que encara serios problemas debido al tamaño de su finca, al ambiente y a sus escasos recursos. Con base en estas consideraciones sugieren que este agricultor podría mejor denominarse como un "finquero de recursos limitados".

El libro está dividido en las siguientes cinco partes:

- I Fundamentos del nuevo enfoque: presenta un análisis de los esfuerzos en investigación y desarrollo rural que se han realizado, y que sirvió de base para reconocer las limitaciones de estos programas y la necesidad de plantear una nueva alternativa
- II Bases biológicas y físicas para el desarrollo de la agricultura de fincas pequeñas: se examina en esta sección el complejo conjunto de factores y elementos del ambiente físico y biótico que influyen sobre los sistemas de producción agrícola
- III Sistemas sociales desde la finca familiar a los programas nacionales: considera la importancia del pequeño agricultor como actor y gestor en esta nueva estrategia de desarrollo agrícola y por lo tanto estudia el papel de los seres humanos en el mejoramiento de aldeas, regiones o aún naciones.
- IV Consideraciones organizativas: se discute el papel y la estructura de la organización que debe llevarse a cabo en la finca y en la comunidad para promo-

ver con éxito esta nueva estrategia. Así mismo se analizan los problemas de las instituciones gubernamentales responsables de la investigación y del desarrollo agrícola

- V Transcendencia de este nuevo enfoque para la investigación, la educación y las políticas estatales: se hace hincapié en el hecho que este nuevo enfoque de desarrollo rural tendrá una fuerte influencia en la orientación de los programas de investigación agropecuaria, así como en la educación y en las políticas de planificación de los gobiernos

Los autores de esta obra propician entonces un cambio drástico en buena parte de la investigación agrícola y los programas de desarrollo rural para el pequeño agricultor. Este cambio lleva también implícito una modificación de la actitud tanto del investigador, el extensionista, el agricultor como todas aquellas otras personas que intervienen en el proceso y en la toma final de decisiones. Reconoce el grupo de Cornell, que aunque se favorezca esta nueva opción, no se debe abandonar el enfoque tradicional de la investigación agrícola, sino que ambas tendencias debe coexistir

Es interesante, que los investigadores agrícolas de las regiones extratropicales se han percatado que la agricultura tropical es mucho más compleja que la de sus regiones y que algunos agricultores en forma práctica han desarrollado en los trópicos sistemas de cultivos múltiples y agrosilvopastoriles, precisamente en respuesta a esta mayor diversidad ambiental del trópico

Es preciso mencionar que desde 1950, el Programa de Investigación en Café del Gobierno de Costa Rica ha tomado muy en cuenta las necesidades de los pequeños agricultores, así como la diversidad ambiental del área en que se cultiva esta planta, dos aspectos que se enfatizan en esta obra. En igual forma es de justicia recordar, que el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, ha desarrollado programas de investigación en cultivos múltiples y sistemas agrosilvopastoriles tendientes a favorecer al pequeño agricultor

Sin lugar a dudas los estudiosos de la agricultura tropical encontrarán en este libro, material muy valioso para comprender mejor una nueva alternativa de investigación y de desarrollo rural que favorece fundamentalmente al pequeño agricultor, tan necesitado de ayuda y que complementa y enriquece el enfoque tradicional en estos campos

LUIS A. FOURNIER O
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

EFFECT OF SOURCE REMOVAL ON DEVELOPING SPIKE IN BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.)¹

P. H. KUMAR*
C. SREEDHARAN*

Resumen

Se enfatiza la importancia de las brácteas y las penúltimas hojas en el desarrollo de la espiga de pimienta negra. La remoción parcial o total de las brácteas redujo significativamente la longitud de las espigas y el número y el peso de las semillas. La remoción parcial de las penúltimas hojas redujo significativamente la forma de la espiga, aunque su eliminación total no causó una pérdida mucho más alta que la remoción parcial.

Introduction

Pepper (*Piper nigrum* L.) is grown on the South West parts of India. Normally the active growth phase of pepper starts with the onset of monsoon. The peak flowering of this crop generally coincides with the incessant rains of the South-West monsoon. The tender leaves are normally subjected to these torrential rains and get distorted partially or fully due to raindrop impact. These distorted leaves sometimes get infested with the leaf rotting fungi (*Phytophthora* sp) causing total damage of the developing leaves (5). The extent of loss in yield of the developing spike in that particular leaf axil is not worked out. Hence, this study was undertaken to assess the loss in yield of individual spikes and yield contributing characters.

Materials and methods

Defoliation studies were carried out on a 10 year old pepper vine, var Panniyur-1, adapting a 3 x 3 randomised factorial design, replicated thrice. Each treatment consists of ten terminal spikes selected randomly on the vine with uniform leaves. The spike bearing leaf is called bract leaf and the leaf below is called penultimate leaf. The schedule of defoliation is as follows:

1. Control (no defoliation)
2. Defoliation of half of the penultimate leaf
3. Defoliation of full penultimate leaf
4. Defoliation of half of the bract leaf
5. Defoliation of half each of penultimate and bract leaf
6. Defoliation of full penultimate leaf and half the bract leaf
7. Defoliation of full bract leaf
8. Defoliation of half penultimate leaf and full bract leaf
9. Defoliation of full bract and penultimate leaves.

Defoliation was carried out during maximum stage by removing exactly half the leaf from distal end and in other by removing the entire leaf up to the base of the petiole. The developing spikes below the bract leaf were removed before imposing the defoliation treatment.

Harvest of the spikes was carried out when the berries showed purple red colour. Length of the spike, number of berries per spike, berry volume and dry weight of spike were recorded and computed statistically.

Results

Data pertaining to the spike length, number of berries per spike, volume of the berry and dry matter of spike are presented in Tables 1 to 4.

Spike elongation (Table 1) was significantly influenced due to the removal of bract leaf or pen-

¹ Received for publication in February 1, 1984.

* Department of Agronomy College of Horticulture, Kerala Agricultural University, Vellanikkara 680 652, Trichur, Kerala.

Table 1. Effect of defoliation on the spike length of pepper (cm).

		Penultimate leaf			
		Control	Half leaf	Full leaf	Mean
Bract leaf	Control	15.9	12.0	11.8	13.2
	Half leaf	11.3	11.4	12.9	11.9
	Full leaf	10.7	11.1	12.2	11.3
	Mean	12.6	11.5	12.3	-

CD (0.05) for main effects: 0.86

CD (0.05) for interaction effects: 1.21

ultimate leaf. Removal of half or full bract leaf significantly shortened the spike (11.9 and 11.3 cm) compared to its control (13.2 cm) whereas total of penultimate leaf did not have any significant effect. However, removal of half of the penultimate leaf significantly brought down the spike length to 11.5 cm when compared to its control (12.6 cm). The maximum significant reduction was observed when the bract leaf alone was removed (10.7 cm) when compared to its absolute control (15.9 cm).

Total or partial defoliation of bract leaf had a significant effect on the number of filled berries (Table 2). Total or partial removal of bract leaf significantly lowered the number of filled berries 59 and 53 compared to control 67. Total or partial removal of the penultimate leaf also decreased the number of filled berries. However, the reduction was significant when only half of the penultimate leaf was removed 53 when compared to control 66. The maximum significant reduction in the number of filled berries 46 was observed when half each of the bract and penultimate leaves were removed.

The mean volume per berry decreased with the increase in the level of defoliation (Table 3). Partial defoliation of the bract leaf produced bold berries (0.1494 ml) followed by total defoliation (0.1405 ml) when compared to control (0.1379 ml). Such trend was also observed in the case of penultimate leaf defoliation. Partial defoliation recorded 0.1449 ml per berry followed by total defoliation 0.1427 ml when compared to control 0.1402 ml.

Defoliation of bract leaf or penultimate leaf either partially or totally brought down the yield of spikes (Table 4). Increasing level of defoliation of the bract leaf increased the loss in weight of the spikes. Removal of half of the bract leaf recorded a weight of 3.21 g per spike followed by total defoliation, where the weight of spikes recorded significantly lower values of 2.48 g. Partial defoliation of the

Table 2. Effect of defoliation on the number of berries per spike.

		Penultimate leaf			
		Control	Half leaf	Full leaf	Mean
Bract leaf	Control	92	56	53	67
	Half leaf	59	46	72	59
	Full leaf	47	58	60	53
	Mean	66	53	60	-

CD (0.05) for main effects: 9.2

CD (0.05) for interaction effects: 13.02

penultimate leaf significantly lowered the dry weight of the spike 2.45 g when compared to its control (3.54 g). Maximum loss in weight per spike was recorded when total defoliation of the bract leaf (2.37 g) followed by partial defoliation of penultimate leaf occurred. The spikes gained maximum weight of 5.24 g when neither of the bract or penultimate leaf either partially or full defoliated.

Discussion

Defoliation of bract leaf shortened the spike length in pepper. The severe reduction in elongation of the spike due to total defoliation might be due to a depression in the nearest source strength. When the source strength was increased by fifty per cent by partial defoliation, a marginal increase in elongation was observed. From the studies, it can be concluded that increasing the source strength by partial defoliation over total defoliation did not bring about any significant improvement.

Reduction in spike elongation due to partial defoliation of the penultimate leaf was maximum and the same trend was not exhibited when the penultimate leaf was fully defoliated. As the distal portions of the leaves are potent source of hormones, especially auxins, a reduction in the source of hormone might possibly be involved in the shortening of the spike during early development phases. Total defoliation of penultimate leaf did not show much reduction in spike length as that of partial defoliation. It may be explained on the basis that a leaf below which, the defoliated penultimate leaf acting as a potential source. This infers that the penultimate leaf is involved in the spike elongation.

The reduction in length of the spike had a direct role on the number of berries developed. The reduction in the production of number of berries due to partial or total defoliation might be due to shortening of the spike length. Reduced number of berries

Table 3. Effect of defoliation on the volume of berries (ml).

		Penultimate leaf			
		Control	Half leaf	Full leaf	Mean
Bract leaf	Control	0.1491	0.1302	0.1345	0.1379
	Half leaf	0.1283	0.1711	0.1488	0.1494
	Full leaf	0.1433	0.1335	0.1448	0.1405
	Mean	0.1402	0.1449	0.1427	-

Not significant.

Table 4. Effect of defoliation on the dry weight of spike (g).

		Penultimate leaf			
		Control	Half leaf	Full leaf	Mean
Bract leaf	Control	5.24	2.41	2.49	3.38
	Half leaf	2.91	2.57	4.16	3.21
	Full leaf	2.48	2.37	2.59	2.48
	Mean	3.54	2.45	3.08	-

CD (0.05) for main effects: 0.48

CD (0.05) for interaction effects: 0.676

per spike helped in accumulating more photosynthates and resulted in bold berries indicating a depression in sink strength

Total defoliation of bract leaf substantially brought down the spike yield followed by partial defoliation when compared to control. It might be due to a depression in the active photosynthetic apparatus where from the photosynthates translocate to the developing spike. The role of nearest source (leaf) to the sink has been well illustrated by Eastin (2) and Egharveba *et al.* (3) in maize and by Hall and Brady (4) in capsicum. However, the role of penultimate leaf in berry yield is at low pace compared to bract leaf. The substantive reduction in spike yield due to partial defoliation was not carried out when the penultimate leaf was totally defoliated suggesting that under cases of total reduction in the nearest photosynthetic apparatus, the leaf below which, possibly involve in active translocation of photosynthates to the developing sink. Allison and Watson (1) working with maize reported such a phenomenon where the middle four leaves (two above and two below the ear) contribute approximately 50% of the total dry matter accumulated in the ear and was confirmed by Eastin (2) working with ^{14}C leaf feeding experiments on maize. He reported translocation of photosynthates even from the third leaf during ear developing stage

Summary

The importance of bract leaf and penultimate leaves in the developing spike of black pepper was emphasized. Partial or total removal of bract leaf significantly brought down the spike length, number of berries and weight of berries. Partial removal of penultimate leaf showed significant reduction in the spike character. However, total removal of the penultimate did not cause major loss as compared to partial removal of it. The role of bract and penultimate leaves was discussed at length

Literature cited

- 1 ALLISON, J. C. S. and WATSON, D. J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Annual Botany* 30:365-387 1966
- 2 EASTIN, J. A. Leaf position and leaf function in corn carbon-14 labelled photosynthate distribution in corn in relation to leaf position and leaf function. In J. I. Sutherland and R. J. Falasca eds. *Proceedings 24th Annual Corn and Sorghum Research Conference (Chicago, Ill)*. American Seed Trade Association, Washington, D.C. 1969 pp 81-89
- 3 EGHARVEBA, P. N., HARRACKS, R. D. and ZUBER, M. S. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. *Agronomy Journal* 68:40-43 1976
- 4 HALL, A. J. and BRADY, C. J. Assimilate source-sink relationship in *Capsicum annuum* L. II. Effect of fruiting and defoliation on the photosynthetic capacity and senescence of the leaves. *Australian Journal of Plant Physiology* 4:771-783 1977.
- 5 SARMA, Y. R. and NAMBIAR, K. K. N. Foot rot disease of black pepper (*Piper nigrum* L.) In *Proceedings of the Workshop on Phytophthora diseases of tropical cultivated plants held at CPCRI Kasaragod 1980* pp 19-23

Reseña de libros

POYTON, R. J. ed. Tree planting in Southern Africa; The pines South Africa, Department of Forestry, 1977. Vol. 1. 576 p.

“Los pinos”, es el título del primer volumen de una serie de tres que han sido publicados bajo el título común de “Plantación de árboles en el Sur de África”. Este primer volumen representa una síntesis de la investigación silvicultural que sobre este género se ha realizado en la región. Sintetiza básicamente los resultados de los trabajos que hasta 1976 habían venido realizando Malawi, Rhodesia, África del Sur y Swaziland.

Aunque el autor considera la obra como un intento preliminar de compendiar lo que se había venido realizando en la región con el género *Pinus*, con el objeto de suministrar los fundamentos necesarios para las investigaciones futuras en campos más específicos; realmente la obra es una revisión bastante completa, muy bien documentada, y perfectamente ilustrada con fotografías muy claras de rodales de cada una de las especies de pino analizadas.

Con el objeto de presentar la información recopilada en una forma más fácilmente asimilable, el autor divide este primer volumen sobre “Los pinos” en tres partes fundamentales.

En la primera parte se describen en términos generales las características fisionómicas, morfológicas y anatómicas de los pinos en general. Además, dedica parte a la clasificación, usos y características silviculturales del género.

La revisión histórica sobre la introducción de los pinos en la región indica que el *Pinus silvestris*, *P. pinaster*, y *P. pinea* fueron las primeras especies del género plantadas posiblemente a finales del siglo 16 y a principios del 17. La mayoría de las especies fueron introducidas en los siglos 18 y 19.

Hasta 1976 en Malawi existían 30 500 hectáreas plantadas con pinos, de las cuales el 78 por ciento corresponden a *P. patula* y el 10 por ciento a *P. elliottii*. En Rhodesia existían hasta 1974 un total de 58 259 hectáreas plantadas, de las cuales el 72 por ciento corresponde a *P. patula*, y el 18 por ciento

a *P. elliottii*. En África del Sur existían hasta 1974 un total de 538 930 hectáreas plantadas con pinos, de las cuales el 47% era *P. patula*, 24% *P. elliottii* y 9% *P. radiata*. En Swaziland hasta 1972 se habían plantado 65 129 hectáreas, y de éstas el 79% era *P. patula*, y el 14% *P. elliottii*.

Claramente se observa que el *P. patula* y el *P. elliottii* han sido las especies más extensivamente plantadas en la región.

La segunda parte del libro que ocupa el 86 por ciento de las 576 páginas, está dedicada a describir en detalle y en orden alfabético las 48 especies, y algunas variedades más extensivamente plantadas en los cuatro países que conforman el extremo sur de África. En esta sección cada especie en particular es estudiada desde el punto de vista taxonómico, características de las zonas de origen, hábitos de crecimiento del árbol y usos de la madera. Se describen los trabajos y resultados obtenidos en los diferentes sitios en cada uno de los cuatro países donde la especie ha sido introducida. Esta revisión es complementada con datos tabulados en los que se resumen por país, la localización, climatología, suelos, crecimiento y rendimiento de cada especie.

Como resultado del exhaustivo análisis de cada una de las especies, la tercera parte del libro presenta una serie de conclusiones y recomendaciones generales y específicas, sobre investigaciones futuras. Estas deben llegar a complementar la información hasta ahora obtenida, con el objeto de poder llegar a definir en forma más precisa, los requerimientos edáficos, climáticos y silviculturales de las distintas especies para los diferentes sitios. En el momento en que se logre identificar la o las mejores especies para los sitios disponibles para reforestación; en este momento, podrán dar inicio programas de establecimiento de plantaciones a gran escala sobre bases más firmes. Estas plantaciones vendrán a llenar las necesidades del creciente mercado de productos de madera en la región.

Para las especies más ampliamente plantadas se sugiere continuar en unos casos, y en otros, iniciar pruebas de procedencias para seleccionar las mejores fuentes de semilla. También se sugiere el establecimiento de rodales semilleros, y la localización de árboles superiores; como una forma de incrementar el rendimiento de las futuras plantaciones.

RODOLFO SALAZAR
CATIE
TURRIALBA

ACTIVIDAD CITOQUININA Y EFECTO DE LA NUTRICION NITROGENADA EN EL DESARROLLO DE RAICES TUBEROSAS DE *Ipomoea batatas*¹

D PEREZ*

Summary

The relationship between tuberization induced by a period of nitrogen withdrawal and the cytokinin activity in roots, shoots and xylem exudate was investigated in water cultured plants of sweet potato (Ipomoea batatas cultivar LM-24). Plants with a constant supply of nitrogen were used as control. No tuberization was observed with continuous N, but discontinuous N induced tuberization 5 days after N withdrawal. The roots of plants with discontinuous N supply, showed an increase in cytokinin activity, whereas the activity decreased in the continuous N treatment. In the shoot of plants with continuous N, cytokinin activity decreased, but with discontinuous N, the activity increased. In the exudate, cytokinin activity was reduced in plants with discontinuous N during the nitrogen withdrawal, whereas the activity increased with continuous nitrogen. The increase in cytokinin activity of the shoot related to tuberization induction by the N withdrawal may be related to an increased photosynthetic activity of the leaf in order to meet the increased assimilate requirement of the growing tuber.

Introducción

Aunque se han realizado varios estudios sobre la influencia de reguladores del crecimiento en la formación de tubérculos en *Solanum tuberosum*, poco se conoce acerca del control del desarrollo de tubérculos de la batata (7). Se conoce que el desarrollo del tubérculo de la papa está influenciado por factores exógenos como el fotoperíodo y la temperatura y que el nivel endógeno de fitohormonas controla el proceso de tuberización (14); los factores exógenos mencionados afectan el proceso indirectamente, alterando este nivel (16). La tuberización puede afectarse por la nutrición nitrogenada; siendo inhibida por el suministro continuo de nitrógeno y favorecida por interrupciones temporales en el suministro de este elemento (1, 2, 15).

Morita (12), al estudiar el efecto de las aplicaciones de N sobre la tasa de absorción del mismo, en relación al crecimiento total y a la formación y el engrosamiento de las raíces tuberosas de batata, encontró que la aplicación de N tres días después de la siembra desfavorece la tuberización, debido a que se produce un vigoroso crecimiento vegetativo. Sin embargo, si la aplicación de N se produce después de que se ha iniciado el crecimiento del tubérculo, redundando en un incremento de su rendimiento (12). La nutrición nitrogenada influye además sobre el nivel endógeno de citoquininas en las raíces cuya actividad es baja en la punta de los estolones de papa antes de la tuberización y aumenta considerablemente durante la misma (18, 19). La interrupción de la nutrición nitrogenada favorece el proceso mencionado al provocar la disminución de la translocación de citoquininas de las raíces al tallo (16, 17). Estos resultados motivaron este estudio, el cual intenta determinar, bajo condiciones controladas, la influencia de la nutrición nitrogenada sobre la actividad citoquinina y el desarrollo de tubérculos de la batata.

Materiales y métodos

En Venezuela existe una serie de variedades autóctonas de batata, pero las mejores en actual cultivo

¹ Recibido para publicación el 29 de noviembre de 1983. Se agradece a la Sección de Raíces y Tubérculos del Instituto de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela por haber suministrado el material vegetal para este estudio.

* Universidad Simón Bolívar. Departamento de Biología de Organismos. Apartado Postal 80 659 Caracas, Venezuela.

son las mexicanas (11). Entre ellas se encuentra la variedad Catemaco, precoz, con producción en 7 meses y un rendimiento promedio de 10 000 kg/ha de raíces tuberosas (10) en la región central del país. A partir de esta variedad, la Sección de Raíces y Tubérculos del Instituto de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela ha desarrollado un programa de mejoramiento genético, que ha dado por resultado la obtención de una nueva variedad, la LM-24, con características de rendimiento y precocidad de tuberización superiores al progenitor Catemaco, razones por las cuales ha sido la variedad escogida para el presente estudio.

Las plantas de *Ipomoea batatas* variedad LM-24 utilizadas, se obtuvieron mediante el método de propagación por sección de guías, con arena lavada como sustrato. A los 45 días después de la aparición de los primeros brotes, las plantas se transfirieron a recipientes plásticos oscuros y tapados de 5 litros de capacidad (una planta por recipiente), que contenían solución nutritiva con los macronutrientes (m M/l) K 2.0; Ca 0.75; NO_3^- 3.0; SO_4^{2-} 0.5; PO_4^{3-} 1.0 y los micronutrientes (μ M/l) Fe 17.9; Mn 3.6; Cu 1.6; Zn 1.5; B 55.5; Mo 1.0

La oxigenación de los cultivos se aseguró mediante el uso de difusores de aire tipo acuario. Durante 29 días, las plantas se cultivaron en solución completa, renovada cada 7 días, en cámaras de crecimiento bajo condiciones climáticas constantes (20°C de temperatura diurna y nocturna, 80% de humedad relativa, fotoperiodo de 12 horas e intensidad luminosa de 9.8×10^7 erg/s m²).

Con la finalidad de inducir después de este periodo de pre-cultivo, la mitad de las plantas se transfirió bajo idénticas condiciones climáticas, a recipientes con solución nutritiva exenta de nitrógeno, para lo cual el NO_3^- se reemplazó por SO_4^{2-} . Fueron cultivadas en este medio durante 10 días y luego transferidas nuevamente durante 5 días a la solución nutritiva completa. El resto de las plantas se trató en solución completa durante todo el periodo de duración del experimento, bajo las mismas condiciones climáticas mencionadas.

A partir del día 29, cuando comenzó la interrupción del suministro de nitrógeno, 6 de las plantas se cosecharon cada 3 días hasta el día 39, cuando comenzó nuevamente la nutrición nitrogenada; la última cosecha se realizó al quinto día de este tratamiento. La misma cantidad de plantas control se cosechó en las mismas ocasiones.

De las 6 plantas cosechadas, 3 fueron decapitadas 5 cm por encima de la raíz, y el explante se introdujo en un tubo plástico para recoger el exudado del xile-

ma durante 24 horas. Del resto de las plantas se separaron las raíces y los tallos; tanto estas fracciones como el exudado del xilema se guardaron a -30°C hasta la extracción de citoquininas.

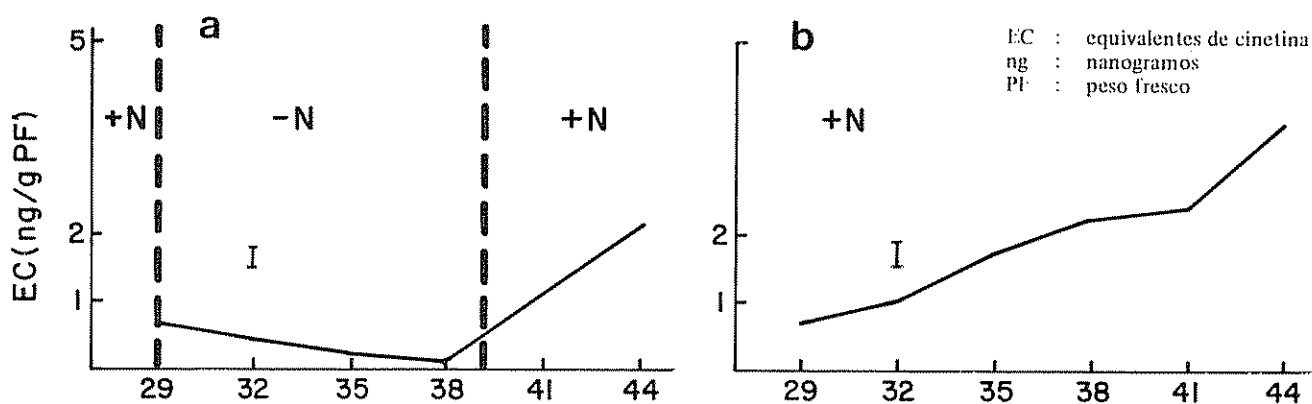
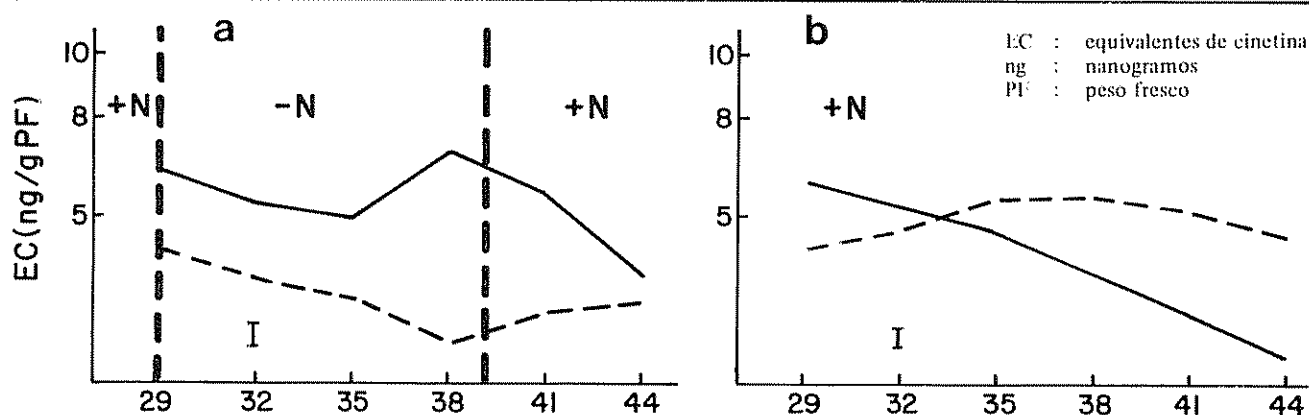
El material congelado se homogeneizó en 50 ml de metanol 80% por 10 g de peso fresco, y se extrajo por 6 horas a 4°C con agitación continua. El extracto se filtró y extrajo tres veces más, cada vez durante 3 horas. La mezcla de extractos alcohólicos se concentró y centrifugó a 40 000 g por 1 hora, el residuo se resuspendió en agua destilada y se centrifugó de nuevo. Se mezclaron ambos sobrenadantes y se ajustó el pH a 3.7. El extracto se pasó por una columna de intercambio catiónico 100 mesh, luego de lo cual la columna fue lavada con 4 volúmenes de agua destilada. Las citoquininas fueron eluidas con 5 volúmenes de NH_4OH 2N; después de eliminar el NH_3 al vacío, se ajustó nuevamente el pH a 3.7, y se extrajo 4 veces con volúmenes equivalentes de éter dietílico.

Se ajustó el pH a 7 y se extrajo 4 veces con volúmenes equivalentes de n-butanol a saturación. La fase acuosa restante de esta extracción, correspondiente al material proveniente del tallo, se redujo a sequedad en vacío, se resuspendió en metanol 80% y se analizó por cromatografía en papel con sec-butanol: NH_4OH : agua (6:2:2). Las fases alcohólicas combinadas se procesaron de manera idéntica a lo descrito, pero la cromatografía se realizó en placa de celulosa. Las zonas Rf de los cromatogramas fueron utilizadas directamente para el bioensayo de formación de clorofila en cotiledones de pepino (5), para determinar la actividad de la citoquinina en los diferentes extractos purificados, con respecto a patrones de cinetina.

Resultados y discusión

En las plantas que recibieron suministro continuo de nitrógeno, la actividad de la citoquinina butanol-soluble en las raíces disminuyó a lo largo del periodo de experimentación (Figura 3b). Simultáneamente, se observó un aumento de actividad en el exudado del xilema (Figura 2b), lo cual sugiere que la translocación puede estar, al menos parcialmente, implicada en la disminución de la actividad citoquinina observada en las raíces de este grupo de plantas. A pesar de este aumento de actividad en el exudado, ocurrió una disminución de actividad en las partes aéreas de las plantas cultivadas en solución completa, a lo largo de todo el tratamiento (Figura 1b).

En el grupo de plantas sometidas a interrupción en el suministro de N, se observó un acentuado aumento de la actividad citoquinina butanol-soluble de las raíces (Figura 3a); sin embargo, la actividad disminuyó cuando las plantas se colocaron nuevamente en solución completa. En el exudado del xilema la dismi-



nución de la actividad citoquinina fue muy marcada durante el período de cultivo en solución exenta de N (Figura 2a), observándose un importante aumento de actividad en las muestras obtenidas después de reiniciada la nutrición nitrogenada. En las partes aéreas de este grupo de plantas (Figura 1a), hubo un sorpresivo aumento de actividad citoquinina hacia el final del período de cultivo en ausencia de N, después de iniciada la tuberización; cuando se restableció la nutrición nitrogenada la actividad decayó notablemente. El hecho de que una proporción considerable de las citoquininas en el tallo de las plantas control permanezca en la fase acuosa durante la extracción (Figura 1a y b), sugiere que el aumento de actividad citoquinina de este órgano en las plantas inducidas a tuberizarse podría deberse a un cambio en la estructura molecular de las citoquininas más que a una nueva síntesis de estos compuestos.

Antes de inducirse la tuberización la actividad citoquinina era mayor en las raíces que en las partes aéreas, y si bien la actividad total aumenta durante el período de cultivo en ausencia de nitrógeno, sigue siendo relativamente mayor en las raíces. Sin embargo, antes de reiniciarse la nutrición nitrogenada la relación se invierte, debido no solo al aumento observado en el tallo sino a un ligero descenso de actividad en las raíces. Al reiniciarse el suministro de N, la relación a favor de las raíces se restablece y los niveles de actividad citoquinina en ambos órganos son similares a los que había antes de iniciada la tuberización.

Los resultados parecen indicar que el inicio de la tuberización en plantas de batata se encuentra relacionado con un aumento de la actividad citoquinina de las raíces, aunque una vez iniciado el proceso, durante el subsiguiente crecimiento del tubérculo, la ac-

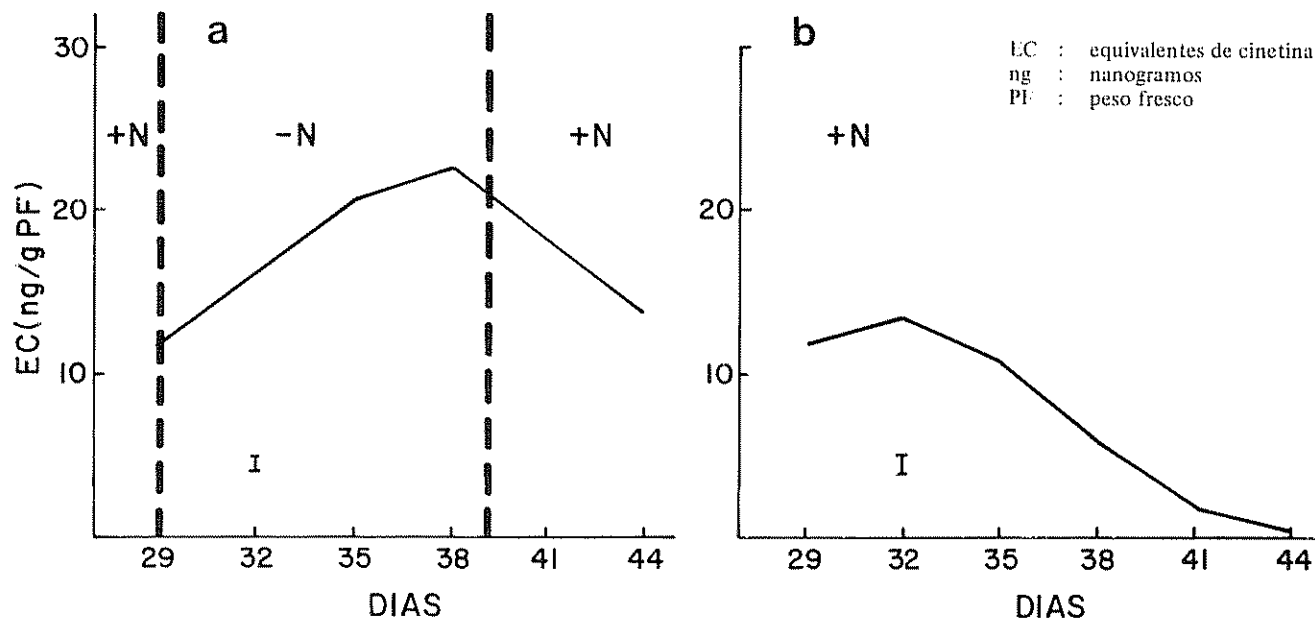


Fig. 3 Actividad citoquinina en raíces de plantas de *Ipomoea batatas*

- a Con interrupción del suministro de nitrógeno (-N)
b Nutrición completa (+N)

(—) Fracción butanol-soluble
(---) Fracción agua-soluble
Trazo vertical: promedio de las desviaciones estándar.

tividad de la citoquinina de las raíces disminuye. Por otra parte, el suministro continuo de nitrógeno inhibió la tuberización, asociado a un pronunciado descenso en la actividad de la citoquinina de las raíces, posiblemente como resultado del aumento de la tasa de translocación hacia las partes aéreas de la planta, como lo muestran los resultados obtenidos para el exudado del xilema.

El aumento de la actividad de la citoquinina en el tallo de las plantas sometidas a interrupción en el suministro de N, justamente durante este período que es cuando ocurre la tuberización, podría no ser resultado directo de la ausencia de N en el medio cultivo sino más bien estar relacionado con el proceso mismo de tuberización inducido por la falta de N. Este aumento temporal de la actividad de la citoquinina del tallo con respecto a la de las raíces durante este período podría entonces estar asociado indirectamente al proceso de tuberización. Resultados similares han sido encontrados en *Solanum tuberosum* (6, 17). El aumento de la actividad de la citoquinina en el tallo parece ser el resultado de cambios en la forma molecular de las citoquininas, que causan una disminución en la fracción agua-soluble con el consiguiente aumento de la fracción soluble en butanol. No fue posible en este estudio realizar la identificación de las citoquininas presentes en ambas fracciones. Según Menary y van Staden (8), la actividad de la citoquinina en la fase acuosa se debe a una participación incompleta, pero Conrad y Kohn (3) sugieren que la fase acuosa con-

tiene ribótidos de citoquininas, los cuales no son tan activos como los ribósidos correspondientes, ya que constituirían formas de reserva de las citoquininas que podrían ser movilizadas y transformadas en la forma ribósido, fisiológicamente más activa, cuando la planta así lo requiera.

Las citoquininas tienen un efecto estimulador sobre la formación del aparato fotosintético (4) y sobre la síntesis de almidón en hojas aisladas (9); desde 1965 (13) se conoce que la actividad fotosintética en plantas de *Solanum tuberosum* aumenta después de la tuberización. Los resultados sugieren que el aumento de la actividad de la citoquinina en los órganos aéreos de la planta de batata después de iniciada el engrosamiento de las raíces y el cambio en la forma molecular de las citoquininas presentes, podrían estar causalmente relacionados con el aumento de la actividad fotosintética de la hoja, con la finalidad de asegurar el suministro adecuado de asimilados requeridos por las raíces tuberosas en crecimiento.

Resumen

Mediante el cultivo hidropónico de plantas de batata (*Ipomoea batatas* variedad LM-24) se investigó la relación entre la inducción de la tuberización causada por la interrupción del suministro de nitrógeno, y la actividad citoquinina en raíces, tallos y exudado del xilema. Como testigo del experimento se usaron plantas con nutrición nitrogenada continua. No se ob-

servó tuberización en las plantas control, mientras que la interrupción de la nutrición nitrogenada la indujo a partir del quinto día de este tratamiento. En las raíces de las plantas con suministro discontinuo de N se observó un aumento de la actividad citoquinina, mientras que en las plantas control hubo una disminución. En el tallo de las plantas control también disminuyó la actividad de la citoquinina pero en las plantas tratadas hubo un aumento de la misma. En el exudado del xilema hubo una disminución de la actividad de la citoquinina en plantas con N discontinuo, mientras que en las plantas control la actividad aumentó.

El aumento de la actividad citoquinina en el tallo de las plantas tratadas, después de la inducción de la tuberización, podría estar relacionada con el aumento de la actividad fotosintética de la hoja como respuesta al aumento en el requerimiento de asimilados por parte de las raíces tuberosas en crecimiento.

Literatura citada

- BAL, K. T. Action des sels minéraux sur la tuberisation de fragments de tiges de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var Bintje) cultivés *in vitro*. Comptes Rendus 277 Serie D: 645-648. 1973.
- BAL, K. T. Action de quelques ions minéraux sur la tuberisation des germes de pomme de terre cultivés *in vitro*. Comptes Rendus 277 Serie D: 1467-1469. 1973.
- CONRAD, K. y KOHN, B. Zunahme von Cytokinin und Auxin in verwundetem Speicherewebe von *Solanum tuberosum*. Phytochemistry 14:325-328. 1975.
- FEIERABEND, J. Characterization of cytokinin action on enzyme formation during the development of the photosynthetic apparatus in rye seedlings. Planta 94:1-15. 1970.
- FLETCHER, R. A. y Mc CULLAGH, D. Cytokinins-induced chlorophyll formation in cucumber cotyledons. Planta 101:88-90. 1971.
- LANGILLE, A. R. y FORSLINE, P. L. Influence of temperature and photoperiod on cytokinin pools in the potato (*Solanum tuberosum* L.). Plant Science Letters 2:189-193. 1974.
- Mc DAVID, C. R. y ALAMU, S. The effect of growth regulators on tuber initiation and growth in rooted leaves of two seed-potatoes cultivars. Annals of Botany 45:363-364. 1980.
- MENARY, R. C. y VAN STADEN, J. Effect of P nutrition and cytokinins on flowering in the tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Australian Journal of Plant Physiology 3:201-205. 1976.
- MITTELHEUSER, C. y VAN STEVENICK, R. F. The ultrastructure of wheat leaves: I Changes due to natural senescence and the effect of kinetin and ABA on detached leaves incubated in dark. Protoplasma 73:239-252. 1971.
- MONTALDO, A. Variedades de batatas (*Ipomoea batatas*) para la región central de Venezuela. Fitotecnica Latinoamericana 4(2):39-65. 1967.
- MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Ed. IICA. Perú. 1977. pp. 144-197.
- MORITA, T. In: International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, Philippine International Convention Center. 1979.
- NOESBERGER, J. y HUMPHRIES, E. C. The influence of removing tubers on dry matter production and assimilation rate of potato plants. Annals of Botany 29:579-588. 1965.
- OKAZAMA, Y. y CHAPMAN, H. W. Regulation of tuber formation in potato plant. Physiology Plant 15:413-419. 1962.
- SATTELMACHER, B. y MARSCHNER, H. Nitrogen nutrition and cytokinin activity in *Solanum tuberosum*. Physiology Plant 42:185-189. 1978.
- SATTELMACHER, B. y MARSCHNER, H. Relation between nitrogen nutrition, cytokinin activity and tuberization in *Solanum tuberosum*. Physiological Plant 44:65-68. 1978.
- SATTELMACHER, B. y MARSCHNER, H. Cytokinin activity in stolons and tuber of *Solanum tuberosum* during the period of tuberization. Physiology Plant 44:69-72. 1978.
- SMITH, O. E. y PALMER, C. E. Cytokinins and tuber initiation in the potato *Solanum tuberosum* L. Nature 221:279-280. 1969.
- SMITH, O. E. y PALMER, C. E. Cytokinins-induced tuber formation on stolons of *Solanum tuberosum*. Physiology Plant 23:599-606. 1970.

Reseña de libros

WESTERN, S. ed Soil survey contracts and quality control Oxford University Press Norfolk, Great Britain 1978 284 p (£ 16 50)

Dentro del múltiple quehacer de un profesional dedicado al estudio del suelo, se presenta a menudo el problema de hacer contratos para trabajos específicos. La segunda etapa, es garantizar una cierta calidad del trabajo realizado en función de los objetivos y métodos establecidos en el contrato confeccionado y aprobado para su ejecución. Todo aquello que se relacione con estos dos aspectos del estudio de los suelos es cubierto por Western en ocho capítulos y dos apéndices.

Para escribir un texto como el presente se requiere de una amplia experiencia profesional, factor que no afecta la obra dado que su autor ha sido consultor en Africa, el Medio Oriente, América del Sur, Australia y Europa. Quizás esta experiencia es la que hace al autor mencionar que no hay dos situaciones iguales pero sí lineamientos generales que son el concepto central de cada capítulo.

El primer capítulo estudia el contrato para la cartografía de los suelos de una región. Aquí se analizan las formas de cartografía, el problema de las intensidades y escalas de trabajo, la necesidad de estudio, los usos que se le pueden dar al trabajo finalizado y la definición del contrato para cartografía de suelos. El resto del libro en forma general se presenta incluyendo algunas definiciones necesarias.

En el siguiente capítulo se analiza la relación institucional y las oficinas encargadas de la cartografía de suelos. Se menciona y discute los contratos internos (dentro de la misma institución) y aquellos externos a realizar por personas o firmas consultoras. Las organizaciones encargadas de cartografía se agrupan en i) gubernamentales, ii) internacionales públicas (FAO) e

iii) independientes. Al final se incluye un cuadro con algunas firmas consultoras de acuerdo al Who's Who y al Year Book 1975.

Inmediatamente, se presenta la etapa de planeamiento del contrato (Capítulo 3). Se discuten las etapas i) inicio, ii) propuesta, iii) discusión y iv) de compromiso. La etapa de propuesta incluye la mayoría del espacio, por cuanto trata sobre metodología de campo y de análisis de suelo, estadística de muestreo, cronogramas, contratación de servicios y costos.

En el capítulo 4 se discuten los aspectos relacionados con la organización del trabajo de campo con el fin de lograr una eficiencia adecuada con buena calidad. Se destacan los problemas típicos de trabajos normalmente con un equipo de expertos extranjeros en comunidades poco desarrolladas y con la ayuda de uno o dos profesionales locales.

Los capítulos 5 y 6 tratan sobre el periodo de ejecución del trabajo. Se considera la etapa de cronograma e integración con otras partes del estudio regional (el mapa de suelos es sólo uno de los componentes).

El capítulo 7 se refiere a la confección del informe final, considerando etapas de ejecución como son el informe de campo, la preparación de un primer borrador, la discusión del borrador y la publicación del informe final.

Consideraciones de tipo económico-filosófico se hacen en el capítulo 8, en el cual se discute la relación costo-beneficio y la calidad del trabajo entregado.

La obra, a pesar de su fecha de publicación (1978), representa una contribución complementaria para profesionales que dirigen o planifican programas de recursos naturales y debería considerarse como referencia básica en cursos de Planeamiento y Uso de la Tierra, Evaluación de Suelos, Economía de la Tierra y afines.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE FOSFORO EN SEDIMENTOS DEL ESTUARIO DE MARACAIBO (LAGO DE MARACAIBO)¹ /

D. LOPEZ-HERNANDEZ*
F. ROTONDO**
T. HERRERA***

Summary

Eight sediment samples from Maracaibo's estuary (Lago de Maracaibo) were assessed for their capacity to sorb different amounts of added phosphate, the results were studied according with the Langmuir, Freundlich and Temkin adsorption models. The experimental information adjusted Freundlich isotherm in the whole range of concentration used (0-250 ppm). Langmuir model, although convenient at lower concentration, deviate from linearity at higher P level used, presumably due to interactions occurring among the highly charged orthophosphate already sorbed. Temkin's isotherm do not describe as well the interrelationships between surface-solution as previously found in agricultural soils. The time of equilibrium was found to be dependent on reactive surfaces, particularly those related to amorphous forms of aluminium

Introducción

Desde el trabajo de Olsen y Watanabe (13) sobre el uso de las isotermas de adsorción en la caracterización de los fenómenos de quimiadsorción de fósforo en suelos, han sido numerosos los estudios que han enfocado, utilizando los diferentes modelos de adsorción y la interrelación superficie adsorbente con solutos en solución.

La investigación no sólo se ha limitado a suelos o sedimentos (5, 9) sino también a componentes minerales más específicos tales como arcillas o filosilicatos y óxidos de hierro y aluminio (7).

De las especies que se adsorben se han estudiado aniones, cationes simples y polivalentes y sustancias exotéricas al ambiente, tales como herbicidas y pesticidas (2)

La adsorción de fósforo en suelos, es en muchos casos, bien caracterizada por los modelos de adsorción de Freundlich y Langmuir, aunque algunos autores abogan que un modelo como el propuesto por la isoterma de Temkin describe bien la gran gama de concentraciones que eventualmente puedan existir en el ambiente radicular. En fin, la literatura sobre adsorción de P en suelo esté bien documentada, no así para un material capaz de desorber fósforo también con gran facilidad, como los sedimentos de lagos y estuarios. Para estos ecosistemas, la interrelación fósforo-sedimento tiene notable ingerencia en los niveles de fósforo que estarían en el cuerpo de agua superficial y en consecuencia controlando el grado de posible eutroficación del cuerpo de agua.

Al igual que para los suelos, los modelos de adsorción propuestos, se ajustan a la descripción de la interacción del fósforo disuelto con los sedimentos. Unos cuantos estudios sobre el particular han sido presentados para lagos de zonas templadas (5, 6, 8, 12, 15).

¹ Recibido para publicación el 29 de noviembre de 1983. Se agradece la colaboración financiera del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), (Proyecto 0460).

* Laboratorio de estudios ambientales. Izt. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

** Núcleo de Maracay, Universidad de Carabobo. Maracay, Venezuela.

*** Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.

En esta contribución se presenta información sobre la adsorción del ortofosfato en diferentes sedimentos del Lago de Maracaibo.

Materiales y métodos

Las muestras de sedimentos fueron recolectadas por medio de una draga Echmann, en diferentes sitios y profundidades del Sistema de Maracaibo. Se procedió a almacenarlas en su estado húmedo natural en bolsas de polietileno y se mantuvieron a temperaturas por debajo de 0°C, para evitar la oxidación por el aire y la descomposición por actividad bacteriana. En el Cuadro 1 aparecen algunas características generales de dichas muestras.

Cinética de adsorción de fosfato

Una cantidad de muestra húmeda equivalente a aproximadamente 5 g de muestra seca, se sometió a agitación continua durante un cierto periodo de tiempo, con 100 ml de una solución acuosa conteniendo KH_2PO_4 2.5×10^{-3} M y KCl 2.0×10^{-2} M y en presencia de 2 gotas de cloroformo, a una temperatura de $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$. Los periodos de agitación estuvieron comprendidos entre 1 y 96 horas. El KCl se utilizó para mantener una fuerza iónica constante y el cloroformo para evitar la actividad bacteriana.

Al final del periodo de agitación, las suspensiones se centrifugaron por 10 minutos, se filtraron y la concentración de fósforo en la solución se determinó por el método de Fogg y Wilkinson (3). La cantidad de fósforo retenido por los sedimentos se toma como la diferencia entre las cantidades inicial y final en la solución. Debido a la alta capacidad de retener fósforo

de las muestras AO-2 y LLADNA-114 (10, 11) se utilizó una cantidad de muestra húmeda equivalente a 1 g de muestra seca.

Isotermas de adsorción de fósforo

Una cantidad de muestra húmeda equivalente a aproximadamente 5 g de muestra seca, se sometió a agitación continua con 100 ml de una solución acuosa de KH_2PO_4 y KCl en presencia de 2 gotas de cloroformo, durante un periodo de tiempo igual al tiempo necesario para que la reacción de adsorción llegara al equilibrio. Las condiciones bajo las cuales se obtuvo las isotermas de adsorción fueron las mismas que las empleadas en los experimentos de cinética, a excepción de las concentraciones de KH_2PO_4 iniciales utilizadas, las cuales estuvieron comprendidas entre 5.0×10^{-4} y 2.5×10^{-2} M; la concentración de KCl fue de 2.0×10^{-2} M.

El método de recuperación y análisis del sobrenadante fue el mismo empleado en la cinética y cada punto de las isotermas se hizo por duplicado. Asimismo, para las muestras AO-2 y LLADNA-114 se utilizó una cantidad de muestra húmeda equivalente a aproximadamente a 1 g de muestra seca

Resultados y discusión

Determinación del tiempo de equilibrio. En la Figura 1 aparecen los resultados obtenidos en la determinación del tiempo de equilibrio para la adsorción de P. En las primeras horas se notó un rápido incremento de la cantidad de P adsorbido; al cabo de cierto tiempo (característico de cada muestra) la velocidad de adsorción disminuyó progresivamente hasta llegar a un valor constante. La única muestra en la

Cuadro 1. Características generales de los sedimentos analizados.

Muestra	pH	Pérdida por ignición (%)	C %	Fe %	Al %	Mn ppm	P ppm	Arcilla %	Índice de adsorción de P
M2	6.9	12.7	6.5	6.5	3.9	6	820	23	6.2
UDCZ-90	7.4	1.8	0.5	1.4	1.8	1	710	0	7.4
La Caleta	8.5	13.1	2.5	5.2	2.0	3	1 110	35	14.5
AO1	5.3	12.4	5.3	4.6	9.6	2	690	19	27.8
AO2	5.8	14.6	4.2	5.0	18.6	3	1 060	53	120.0
Bobures	5.0	18.2	8.3	5.0	16.8	48	680	43	21.0
M17	6.2	19.4	5.2	5.3	15.5	8	550	44	6.4
Lladna-114	6.6	15.3	4.3	9.5	4.4	4	2 170	30	120.0

NOTA: Los valores suministrados para los diferentes elementos corresponden al contenido total. La denominación de las muestras coincide con los sitios o estaciones de muestreo que mantiene el Instituto Nacional de Canalizaciones en el Lago de Maracaibo.

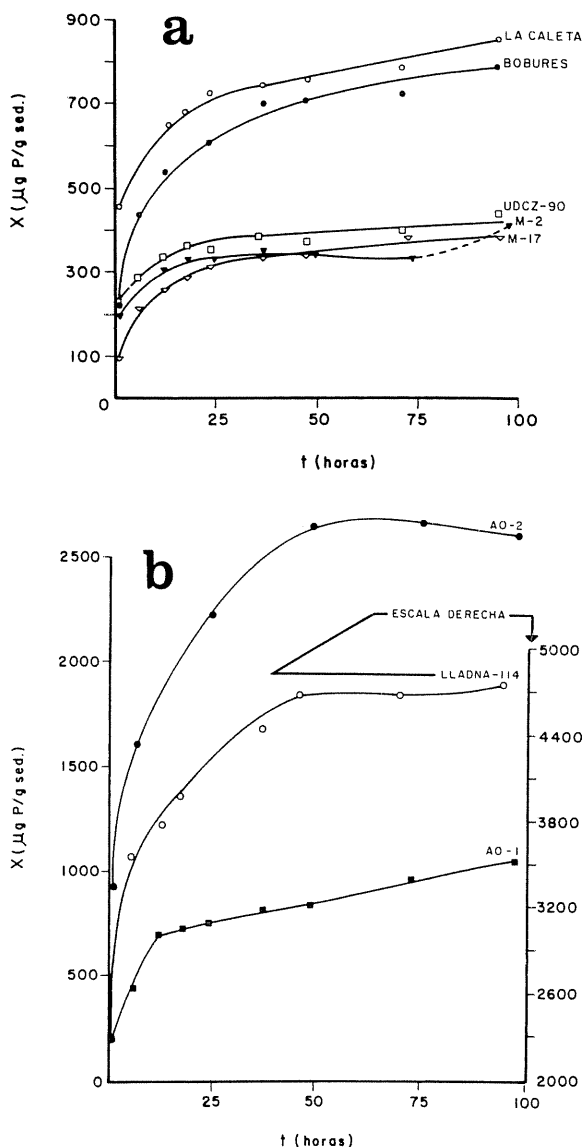


Fig. 1. Tiempo de equilibrio requerido por las muestras bajo estudio; a) a baja concentración, b) a elevada concentración.

cual no se obtuvo este valor casi constante de fósforo adsorbido con el tiempo fue la AO-1. Después de transcurridas unas 75 horas se observó en todas las muestras, con la excepción de AO-2, un ligero aumento en la pendiente en la zona final de la curva, indicando un pequeño incremento en la cantidad de fosfato adsorbido. El tiempo de equilibrio se tomó en el punto donde la curva alcanzó una pendiente con valor prácticamente cero.

La rápida adsorción inicial se podría asociar en una baja saturación de la superficie adsorbente (6). Esta situación provoca que la retención de P se vea favorecida en las primeras horas del experimento. En la

medida en que los sitios de adsorción van siendo ocupados, la velocidad de adsorción disminuye hasta que se alcanza una situación de equilibrio en la cual no hay adsorción neta, o, ésta es muy baja.

Tal situación es posible se deba, no solo a la disminución de sitios activos disponibles para la adsorción, sino también al incremento de las repulsiones entre las especies sorbidas. Estas repulsiones pueden derivarse de interferencias estéricas o electrostáticas entre los iones ortofosfato, cargados negativamente.

Mientras que el pequeño aumento en las pendientes de la curvas (observado en las últimas horas del experimento) podría ser atribuido a procesos de oxidación, que tienen lugar al cabo de tiempos de contacto relativamente prolongados (3 días o más) de las muestras con la solución acuosa de fosfato y el aire, y que traen como consecuencia la transformación del Fe (II), el cual no es un buen sorbente de fosfato, a Fe (III), el cual es un sorbente muy efectivo de fosfato. Por otra parte, también puede suceder que al cabo de cierto tiempo, el anión ortofosfato, además de ser retenido en sitios superficiales de las partículas pueda migrar a sitios (amorfo) de adsorción más internos. Un alto índice de correlación obtenido entre el tiempo de equilibrio para la adsorción y la concentración de Al extraído por oxalato de amonio, (0.81^{XX}) implica que el material amorfo presente en los sedimentos tiene influencia sobre la obtención del equilibrio en la adsorción, principalmente el Al amorfo. El Fe y Mn amorfos tienen una influencia menor (0.24^{NS} y 0.33^{NS} respectivamente).

Isotermas de adsorción de fosfato

Se llevó a cabo un análisis de los datos de adsorción obtenidos, de acuerdo a los modelos de Langmuir, Temkin y Freundlich. De las muestras estudiadas, sólo UDCZ-90 mostró una adsorción que se ajustaba al modelo de Langmuir en todo el intervalo de concentraciones estudiadas, ya que los datos de adsorción dieron una recta al graficar C/X en función de C (Figura 2). A concentraciones medias y altas hubo, en general, desviaciones del modelo de Langmuir. En ninguno de los casos estudiados se observó que la adsorción se ajustara al modelo de Temkin en el intervalo completo de concentraciones utilizadas, aunque sí se puede observar que la mayoría de las muestras cumple en determinados intervalos de concentración con dicho modelo (Figura 3).

El modelo de Freundlich es el que describe mejor, para todo el rango de concentraciones ensayadas, la adsorción de fosfato en las diferentes muestras (Figura 4). La muestra AO-2 cumple con este modelo en el intervalo completo de concentraciones

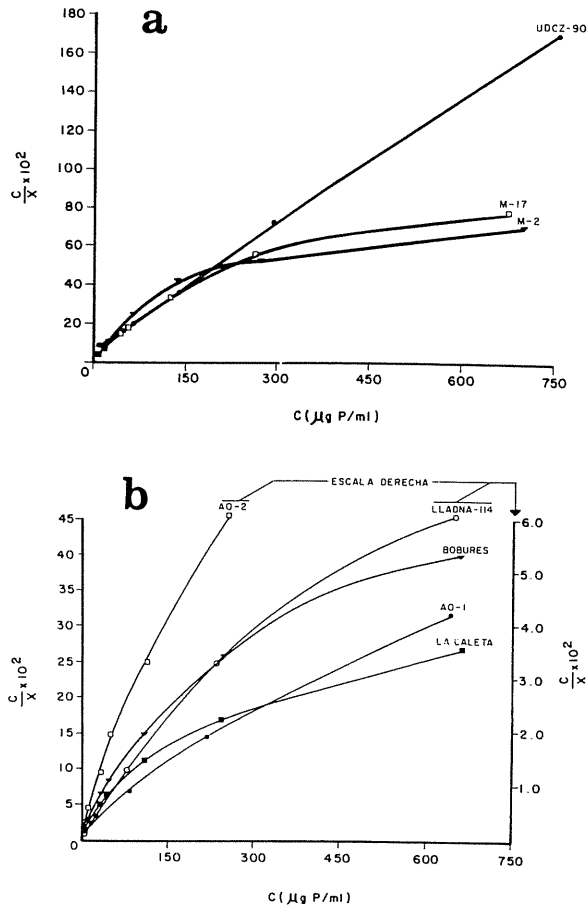


Fig. 2. Empleo del Modelo Langmuir de isothermas de absorción de fosfato. a) muestras 4UDCZ-20, M-17 y M-2, b) otras muestras.

empleadas, las muestras LLADNA-114 y BOBURES lo cumplen casi completamente, sólo se observan pequeñas desviaciones en sus isothermas a altas concentraciones. Además, las muestras AO-1 y M-17 siguen este modelo a concentraciones bajas y medias de P.

Los datos de adsorción de las muestras se ajustan al modelo de Langmuir a concentraciones relativamente bajas de fósforo, resultado que concuerda con lo reportado por Kuo y Lotse (6) para sedimentos lacustres y por muchos autores en el caso de suelos. Este comportamiento puede atribuirse al hecho de que, a bajas concentraciones de fosfato, debe haber una superficie adsorbente relativamente poco cubierta, lo cual trae como consecuencia que los aniones ortofosfato adsorbidos bajo estas condiciones ocupen sitios de adsorción, lo suficientemente alejados entre sí, como para hacer mínimas las repulsiones entre ellos. Por tanto, el modelo de Langmuir se cumple bajo estas condiciones bastante bien. El aumento

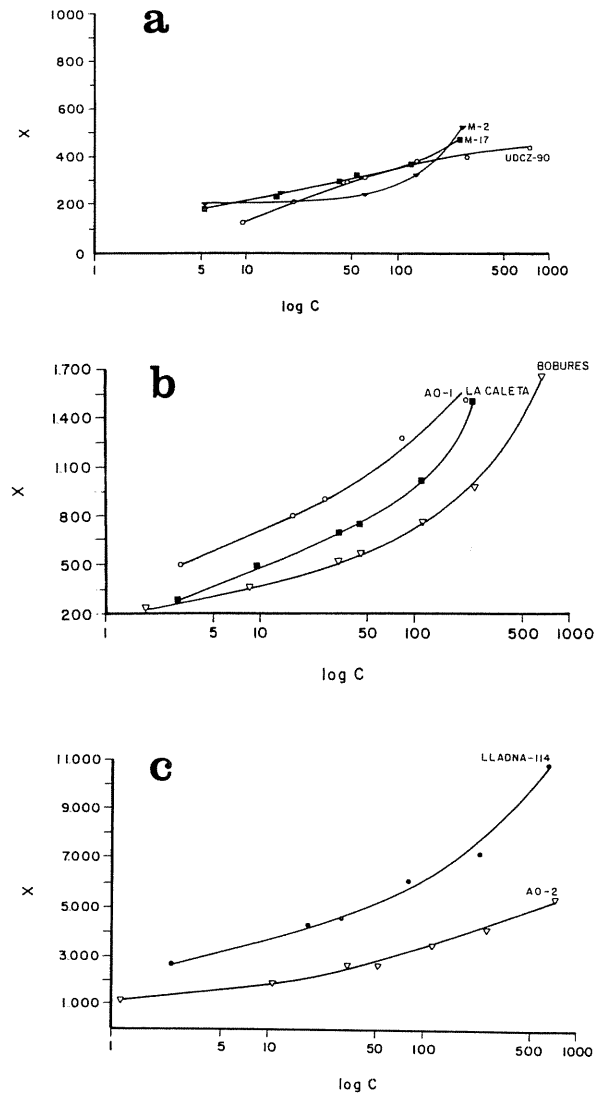


Fig. 3. Empleo del Modelo de Temkin de isothermas de absorción de fosfato.

de la concentración de fósforo trae consigo una mayor superficie cubierta y un incremento en las repulsiones entre las especies sorbidas, provocando así una desviación del modelo de Langmuir. Considerando a la muestra UDCZ-90, cuya adsorción cumple con el modelo de Langmuir en el intervalo completo de concentraciones empleadas (Cuadro 1), se puede observar que tiene menor contenido de materia orgánica, Fe, Al y Mn, materiales que constituyen los sitios de adsorción más importante a considerar en la retención de P en suelos o sedimentos (14). Si los sitios de adsorción están distribuidos en las partículas de sedimentos, y el número de esos sitios es bajo, se puede suponer que los centros donde se lleva a cabo la adsorción

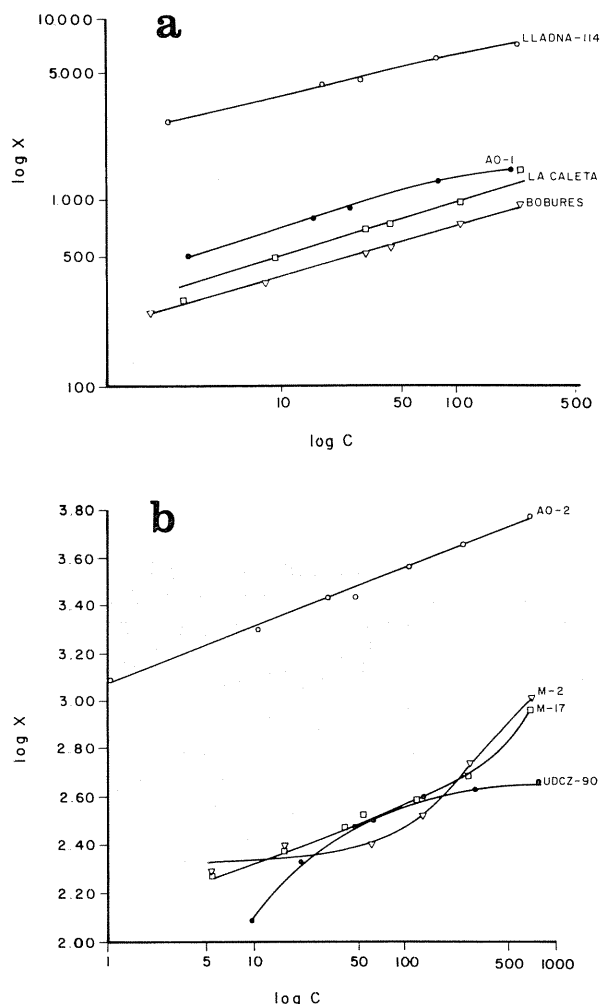


Fig. 4. Empleo del modelo de Freundlich de isotermas de absorción de fósforo.

se encuentran lo suficientemente alejados entre sí, de tal manera los aniones ortofosfato adsorbidos en sitios de adsorción adyacentes, viéndose favorecidas las condiciones para que se cumpla el modelo.

Además, la curva de saturación X en función de C correspondiente a la UDCZ-90 (Figura 5) muestra como la cantidad de P adsorbido tiende a alcanzar un valor máximo con el aumento de la concentración de fósforo, lo cual concuerda con la idea de un máximo de adsorción según este modelo. En el Cuadro 1 se puede observar que las muestras AO-2, LLADNA-114 y BOBURES, cuyos datos de adsorción se ajustan al modelo de Freundlich, presentan los contenidos más altos de materia orgánica, Fe , Al y Mn , lo cual les debe aportar un gran número de sitios de adsorción. Tal situación provoca interacciones

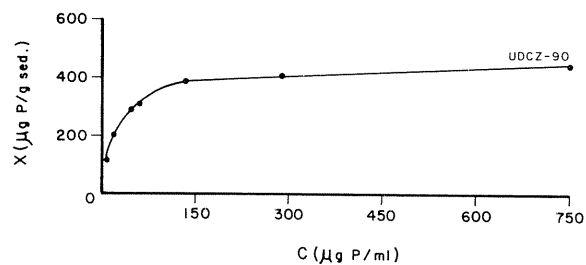


Fig. 5. Isoterma de absorción de fósforo.

de repulsión entre los aniones ortofosfato adsorbidos, una vez que dichas especies se ubican en centros de adsorción cercanos entre sí, o sea, cuando la superficie adsorbente cubierta es alta.

Conclusiones

Los sedimentos de lagos y estuarios al igual que los suelos son capaces de retener cantidades variables de ortofosfato añadido, la variabilidad en la adsorción es consecuencia de la relativa abundancia de las formas del Fe , Al , Mn y Ca , elementos metálicos, principalmente responsables de la inmovilización del fosfato (1, 7, 9). La quimisorción del anión ortofosfato puede ser descrita mediante los modelos de adsorción de Langmuir y Freundlich observándose en el caso de los sedimentos analizados las desviaciones esperadas, en particular, cuando la superficie adsorbente está muy saturada. Los resultados presentados son similares a los reportados por Kuo y Lotse (6) para sedimentos húmedos del Lago Sabaticook, Maine, quienes señalan que el modelo de Langmuir se ajusta bien a bajas concentraciones de fósforo añadida, mientras que el modelo de Freundlich se cumpliría para todo el rango de concentraciones ensayadas (0-250 ppm).

El tiempo de equilibrio de la reacción también difiere de muestra a muestra. Como es de esperarse, el mismo debe ser función de la capacidad reactiva del sedimento, así la muestra UDCZ-90, la cual es una arena con una capacidad adsorbente muy baja y tiene un tiempo de equilibrio para el proceso de adsorción de 24 horas, mientras que las muestras más ricas en formas amorfas de Fe y Al tienen tiempos de equilibrio mayores. La interacción entre el fósforo y el sedimento en períodos de más de 3 días estaría afectada por fenómenos de envejecimiento y difusión de iones a las superficies más amorfas del material (1, 9).

Resumen

A ocho muestras escogidas del estuario Maracaibo Lago de Maracaibo, se les determinó su capacidad

para retener diferentes concentraciones de fosfato. Los resultados fueron estudiados con los modelos de adsorción propuestos por Langmuir, Freundlich y Temkin. Se encontró que el modelo de adsorción de Freundlich es el que describe mejor, para todo el rango de concentraciones ensayadas (0-250 ppm) la adsorción de fosfato. Los datos de adsorción se ajustan al modelo de Langmuir a concentraciones relativamente bajas, en donde es menor la interacción entre los iones adsorbidos. El modelo de Temkin no describe bien la interrelación superficie adsorbente-solución. El tiempo de equilibrio de la reacción de adsorción es función de la capacidad reactiva del sedimento, en particular de la abundancia de formas amorfas del aluminio.

Literatura citada

- 1 BURNHAM, C P y LOPEZ-HERNANDEZ, D Phosphate retention in different soil taxonomic classes. *Soil Science* 134:376-380. 1982
- 2 BURNS, I. G., HAYES, M. H. y STACEY, M. Some physico-chemical interactions of paraquat with soil organic materials and model compounds. II Adsorption and desorption equilibria in aqueous suspensions. *Weed Research* 13:79-90. 1973
- 3 FOGG, D. N. y WILKINSON, N. T. The colorimetric determination of phosphorus. *Analyst* 83:406-414. 1958
- 4 HARTER, R. Adsorption of phosphorus by lake sediments. *Soil Science Society of America Proceedings* 32:514-518. 1968
- 5 HARTIKAINEN, H. Phosphorus and its reactions in terrestrial soils and lake sediments. *Journal Science Agricultural Society of Finland*. 51:537-624. 1979
- 6 KUO, S. y LOTSE, E. G. Kinetics of phosphate adsorption and desorption by lake sediments. *Soil Science Society of America Proceedings* 38:50-54. 1974
- 7 LARSEN, S. Soil of phosphorus. *Advances in Agronomy* 19:191-210. 1967
- 8 LI, W. C., ARMSTRONG, D. E., WILLIAMS, J. D., HARRIS, R. F. y SYERS, J. K. Rate and extent of inorganic phosphate exchange in lake sediments. *Soil Science Society of America Proceedings* 36:279-285. 1972.
- 9 LOPEZ-HERNANDEZ, D. La química del fósforo en suelos ácidos. Edic. Biblioteca Universidad Central de Venezuela. 1977. 123 p.
- 10 LOPEZ-HERNANDEZ, D., HERRERA, T. y ROTONDO, F. Phosphate adsorption and desorption in a Tropical Estuary (Maracaibo System). *Mar. Env. Res.* 4:153-163. 1980.
- 11 LOPEZ-HERNANDEZ, D., HERRERA, T. y ROTONDO, F. El proceso de adsorción y de desorción de fósforo en un estuario tropical (Sistema de Maracaibo). *Tropical Ecology* 23:173-192. 1982.
- 12 NORVELL, W. A. Insolubilization of inorganic phosphate by anoxic lake sediments. *Soil Science Society of America Proceedings* 38:441-445. 1974.
- 13 OLSEN, S. R. y WATANABE, F. S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. *Soil Science Society of America Proceedings* 21:144-149. 1957
- 14 UPCHURCH, J. B., EDZWALD, J. K. y O'MELIA, R. Phosphate in sediments of Pamlico Estuary. *Environmental Science of Technology* 8:56-58. 1974
- 15 WILLIAMS, J. D. H., SYERS, J. K., ARMSTRONG, D. E. y HARRIS, R. F. Characterization of inorganic phosphate in non-calcareous lake sediments. *Soil Science Society of America Proceedings* 35:556-561. 1971a

Summary

*The objective of this review is to improve the access to the literature on the subject to entomologic working in this area, specially to those that intend to know details about the specie *Cosmopolites sordidus* (Germ., 1824) The review covers geographic distribution, host plants, evidences of attack, host susceptibility, economical importance, biological aspects, sex identification, sampling population fluctuation, control level, control and most important natural enemies.*

Introdução

O volume de produção de banana no mundo tem sido estimado em 36 milhões de toneladas métricas, sendo que a América Latina produz 75% deste e é, também, onde se localizam os países maiores produtores e exportadores (13). O Brasil está na condição de maior produtor mundial, com 21% do total, sendo o Nordeste e o Sudeste as principais regiões produtoras (12).

A broca da bananeira, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824), tem-se constituído num dos principais problemas da cultura e tem contribuído de forma significativa para uma redução da produtividade

Como, no Brasil, não existe uma compilação dos relatos de diferentes autores sobre o assunto, pretende-se, com esta publicação, facilitar a disponibilidade de um conjunto de informações, aos profissionais ligados à cultura, ou que tenham interesse em conhecer melhor esta praga.

¹ Recebido para publicação em 23 de dezembro 1983

* Eng^o Agrônomo MSc. Entomologia – EMCAPA – Cx Postal 391 – 29 000 – Vitória – ES – Brasil.

** Professor Titular do Departamento de Entomologia – ESALQ/USP. Doutor em Agronomia.

Classificação e sinonímia

A broca da bananeira foi classificada por Germar em 1824, recebendo o nome de *Calandra sordida*. Posteriormente, recebeu as denominações de *Sphenophorus sordidus* (Germar, 1824), *Sphenophorus liratus* Gyllenhal, 1838 (4, 5) e *Calandra striata* por Petit, segundo Saraiva (43). Em 1885, Chevrolat criou o gênero *Cosmopolites* e a espécie passou a ser denominada *C. sordidus* (Germar, 1824) (25). Este inseto pertence à ordem Coleoptera, família Curculionidae, subfamília Rhynchophorinae e tribo Rhynchophorini (50).

Distribuição geográfica e plantas hospedeiras

Segundo Simmonds (47), o *C. sordidus* é nativo do sudoeste da Ásia e seu centro de origem encontra-se provavelmente na região Malásia – Java – Bornéus. Ressalta-se que o material classificado por Germar em 1824 proveniente de Java (25)

Quando à sua distribuição, Beccari (5), Feakin (14), Instituto Agronomico Per L'Oltremare (21), Montellano (30) e Simmonds (47) relataram que o inseto é encontrado nas Américas, África, Austrália, Ásia e Oceânia

Montellano (30) relatou que ele está distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, onde se

cultiva banana e abacá (*M. textilis*) situadas a 31° de latitude sul e 30° de latitude norte. Já Fonseca (15) e Beccari (5) afirmaram que a espécie se encontra em todas as regiões do globo onde se cultiva banana

Sua ocorrência no Brasil foi assinalada por Chevro-lat em 1885 (10) e em 1915 Costa Lima o encontrou em Campos, no Rio de Janeiro (9)

Em relação às plantas hospedeiras, o Instituto Agronomico Per L'Oltremare (21) e Beccari (5) relataram sua ocorrência, atacando as espécies: *Riciodendron hendelotii* (Euphorbiaceae), *Panicum maximum* e *Saccharum officinarum* (Graminae), *Enseto* sp., *Musa* sp. e *Musa textilis* (Musaceae), *Xanthosoma sagittifolium* (Araceae) e *Dioscorea batatas* (Dioscoreaceae)

Entretanto, Saraiva (43) e Simmonds (47) informaram que a espécie ataca somente plantas do gênero *Musa*, enquanto Beccari (3) e Moznette (34) a citam como hospedeiro de várias espécies de bananeira e Champion (7) afirma que ela é específica dos gêneros *Musa* e *Enseto*.

Os trabalhos encontrados na literatura, relativos à biologia, controle e ecologia, referem-se, sempre, à banana (*Musa* sp.) e abacá (*M. textilis*)

Sintomas de ataque e susceptibilidade dos hospedeiros

Segundo Fonseca (15) e Saraiva (43), as primeiras manifestações de ataque de *C. sordidus* visualizam-se externamente pelo aspecto da planta, cujas folhas amarelecem e os cachos tornam-se pequenos. Entretanto, Saraiva (43) relatou que os sintomas exteriores de ataque tanto podem ser causados por *C. sordidus* como por outro agente

Feakin (14) afirmou que, em bananais muito infestados, a produção é reduzida, os cachos são pequenos e os frutos não alcançam o tamanho ideal para comercialização. Considerou, ainda, que os ataques mais severos ocorrem, freqüentemente, quando as plantações estão debilitadas pela seca ou por outros fatores.

Watts, citado por Montellano (30), relatou que o ataque é efetuado nas partes dos rizomas que perderam a vitalidade, e que, na maioria dos casos, são infestados rizomas velhos, havendo pouca tendência das larvas em penetrar nos vigorosos ou em crescimento. O dano direto é causado pela larva, que penetra e broqueia o rizoma em todas as direções (14, 15 e 43).

Quanto à susceptibilidade ao *C. sordidus*, Fonseca (15) e Saraiva (43) relataram que há diferenças entre cultivares e Simmonds (47) citou que não há cultivar

com grau aproveitável de resistência. No entanto, Moreira (31) observou que as cultivares Maçã e Terra são mais atacadas que a Prata, Nanica e Nanicão, e Feakin (14) relatou que as variedades Valery e Manzano são relativamente resistentes

Viswanath (54), baseando-se na razão de multiplicação da broca e na extensão dos danos, estudou 13 cultivares e verificou uma menor susceptibilidade na Lacatan e uma maior na Plantain.

Importância econômica

A broca da bananeira, *C. sordidus*, é considerada a principal praga da cultura. As larvas, ao atacarem o rizoma, provocam redução da produtividade, obrigando o produtor a adotar medidas de controle que aumentam o custo de produção e contribuem para a poluição do agroecossistema

Estima-se que, no Brasil, a produção do bananal se reduz em 30% devido ao ataque da broca (12). Champion, citado por Licerias *et al* (23), verificou que, no Equador, o prejuízo varia entre 20% e 40% e Roberts (40) relatou que, em Honduras, os prejuízos são de 25.85% para plantações com 40 meses de idade e 7.81% para plantações com 28 meses

Segundo Silva e Abreu (45), na Bahia, houve eliminação de bananais devido ao ataque da broca, refletindo, indiretamente, nos cacauzeiros novos, sombreados pela cultura.

Aspectos biológicos

Segundo Edwards (11), Fonseca (15), Froggat (16), Marques (25), Saraiva (43) e Schmidt (44), os ovos de *C. sordidus* são colocados separadamente na base do pseudocaule, no local de inserção das bainhas das folhas, em orifícios praticados com o rostro, pela fêmea Batchelder (2) e Montellano (30) relataram que, no abacá (*M. textilis*), o hábito de oviposição é semelhante ao realizado na bananeira.

Pierce, citado por Moznette (34), relatou que os ovos são de cor branca, medem aproximadamente 2 mm de comprimento, tendo forma oval alongada, e Beccari (4) observou que sua largura é de 0.5 mm.

Quanto ao período de incubação dos ovos, Marques (25) e Fonseca (15) encontraram médias de 8 e 6,5 dias, respectivamente. Edwards (11), em Maurí-tius e Roberts (40), em Honduras, verificaram que este período varia de 5 a 7 dias e Froggat (16) relatou que estes valores são variáveis no decorrer do ano, para as condições da Austrália, sendo de 4 a 5 dias em janeiro, chegando a 34 dias em julho. Já Montellano

(30) verificou que, na Costa Rica, este período variou de 5 a 15 dias, com a maioria das larvas eclodindo entre o oitavo e décimo dia.

Quanto ao número de ovos, Cuillé (10) observou que uma fêmea coloca, em média, 48 ovos por mês, variando no decorrer do ano em função da temperatura, alimentação e efeito de grupo. Simmonds (47) relatou que o total de ovos colocados por fêmea varia de 10 a 50, atingindo a 100, em alguns casos.

Segundo Beccari (5), a frequência de oviposição é bastante influenciada pela alimentação e condições ambientes, principalmente umidade e Froggatt (16) observou que ela é maior em fêmeas jovens.

Em relação às larvas, Cuillé (10) verificou que, quando completamente desenvolvidas, medem de 11 a 12 mm de comprimento, são brancas, ápodas e passam por 6 instares, ou, ocasionalmente por 7.

Quanto ao período larval, Fonseca (15) e Marques (25) no Brasil, Montellano (30) na Costa Rica, Roberts (40) em Honduras, Saraiva (43) em São Tomé e Edwards (11) em Mauritius observaram uma duração de 12 a 22, 22, 64 a 118 (média de 90), 15 a 21 e 12 a 40 e 15 a 20 dias, respectivamente. Estas diferenças devem-se a variações climáticas, disponibilidade de alimento e densidade populacional do inseto (22).

Fonseca (15) observou que a pupa é de cor branca, mede 12 mm de comprimento por 6 mm de largura, tendo um par de apêndices quitinosos sobre a extremidade posterior do 9º segmento abdominal.

Em relação à duração do período pupal, Fonseca (15), Froggatt (17), Marques (25) e Roberts (40) observaram uma duração de 7 a 10, de 6 a 14, 10 e 5 a 7 dias, respectivamente. Edwards (11) relatou uma duração de 6 a 8 dias, sendo que o inseto, após transformar-se em adulto, pode permanecer na câmara pupal por um período de 4 a 5 dias e Saraiva (43) afirmou que este período de permanência pode variar de 6 a 30 dias. Montellano (30) verificou que a duração média do período é de 13 dias, com um mínimo de 7 e um máximo de 30 e Simmonds (47) afirmou durar 7, e, excepcionalmente, 14 dias.

Quanto a ciclo biológico, as informações de Edwards (11), Fonseca (15), Froggatt (17) e Marques (25) mostraram uma variação de 24 a 86 dias. Montellano (30) constatou uma duração média de 107 dias, com um mínimo de 81 e um máximo de 120 dias e Cuillé (10) observou uma duração média de 61,7 dias, com um mínimo de 24 e máximo de 220 dias, e um número de gerações que variou de 4 a 6, segundo as condições ambientes.

O adulto é de cor preta uniforme, tendo quase todo o protórax, cabeça, rostró e apêndices pontuados. Os élitros são estriados longitudinalmente, notando-se, em cada estria, uma série de pontuações (15).

Beccari (4) estudou a morfologia de *C. sordidus* e verificou que o comprimento do macho varia de 8,8 a 13,2 mm e o da fêmea de 11,2 a 14 mm.

Froggatt (17) observou que os adultos podem sobreviver por mais de 40 dias, alimentando-se de rizoma de bananeira. Posteriormente, citado por Beccari (5), relatou que a sobrevivência é de 748 dias em condições de laboratório e de 810 dias em condições naturais. O mesmo Froggatt (18) constatou posteriormente que os adultos conseguem sobreviver 121 dias sem alimentação e Simmonds (47) relatou que a longevidade vai de poucos meses a 2 anos, podendo sobreviver por um longo período sem alimentação. Feakin (14) afirmou que os adultos podem sobreviver por 270 dias nos rizomas e pseudocaulis velhos.

Quanto aos hábitos, Fonseca (15), Lara (22), Marques (25) e Saraiva (43) relataram que o inseto é notívago, abrigando-se durante o dia nas touceiras, bainhas das folhas e restos da cultura.

Segundo Lara (22), o adulto é inativo em temperaturas abaixo de 18°C e acima de 40°C e Beccari (5), citando Bruner e Deschappelles, relatou que o limite de temperatura no qual o inseto é ativo situa-se entre 15°C e 30°C, com um ótimo entre 23°C e 26°C, enquanto que Cuillé (10) observou um preferendo para 23°C.

Em relação à umidade, Cuillé (10) verificou que o inseto é higrófilo e Roth e Willis (41) observaram que machos e fêmeas respondem diferentemente a um mesmo gradiente de umidade, sendo o preferido dos machos menor que os das fêmeas.

Sexagem

Longoria (24) observou dimorfismo sexual em pupas de *C. sordidus*, sendo este verificado através do IX esternito abdominal descrito a seguir. Nos machos, o esboço dos órgãos genitais encontra-se localizado no bordo posterior e aparece como um relevo alongado transversalmente, apresentando três lóbulos: um médio proeminente ligeiramente deslocado para o lado esquerdo e dois laterais. Nas fêmeas, o esboço da genitália está situado sobre este e tem o aspecto de uma flor, constituída por um lóbulo central limitado por cinco lóbulos dispostos em arco, sendo um posterior e quatro laterais. Um relevo trapezoidal, dividido ao meio por uma ranhura angular, fecha o círculo pela frente.

Em relação ao tamanho dos insetos adultos, Cuillé (10) e Beccari (4) observaram que é variável entre os sexos. Entretanto, alguns indivíduos podem ficar na faixa intermediária ou mesmo no intervalo determinado para um sexo, dificultando a sexagem.

Roth e Willis (41) verificaram que a distinção dos sexos, nos adultos, pode ser efetuada pela inclinação do IX esternito abdominal que é fortemente inclinado nos machos, o mesmo não ocorrendo nas fêmeas. Entretanto, Beccari (4) relatou que esta particularidade nem sempre é facilmente interpretada, devido à mobilidade do segmento que pode provocar variações no ângulo, e porque, em fêmeas não fecundadas, o ângulo é difícil de ser notado.

Outro caráter que poderia ser utilizado é a pouca saliência do protórax e a menor largura do IX segmento abdominal, no macho (4).

Amostragem

Para amostragem de adultos de *C. sordidus*, vários autores recomendam a técnica da atração com iscas de pseudocaule e rizoma.

Hutson, em 1918, citado por Montellano (30), relatou que pode haver um período na vida da bananeira, onde ocorre mais atratividade para oviposição de inseto, que provavelmente coincide com a diferenciação floral.

Segundo Saraiva (43), a seiva, particularmente a do rizoma, deve conter uma substância ou substâncias, possivelmente hidrocarbonetos aromáticos voláteis, que não só atraem os adultos, como colocam em ação o mecanismo de oviposição.

Martinez (26) em São Paulo verificou que pseudocaulas de plantas que já produziram são mais atrativas que pseudocaulas de plantas jovens.

Edwards (11) em Mauritius, Hord e Flippin (20) em Honduras, Martinez (26) no Brasil e Yaricano e Van der Meer (56) no Peru, verificaram que iscas de rizoma são mais atrativas que as de pseudocaule. Entretanto, Yaricano e Van der Meer (56) observaram, também que, para o intervalo de 48 horas, iscas de pseudocaule (incluindo parte do rizoma) com até 80 cm do nível do solo e iscas de rizoma, têm o mesmo poder de atração. Nogueira (37) verificou que rizomas de Nanica e Maçã são os mais atrativos enquanto Hord e Flippin (20) observaram que há maior preferência alimentar para rizomas da cultivar Grôs Michel do que para a Lacatan.

Simmonds e Simmonds (46), em Trinidad, utilizaram pedaços de pseudocaule com 45 cm de comprimen-

to, fendidos longitudinalmente. Roberts (40) em Honduras, verificou que iscas de discos do pseudocaule, com 15 cm de altura e obtidos pelo corte de plantas ao nível do solo, quando colocadas sobre a superfície do rizoma são, também, bastante eficientes. Szent-Ivany e Barret (49) na Nova Guiné, testaram um tipo de armadilha similar ao de Roberts (40), obtendo resultados semelhantes.

Quanto à idade das iscas, Simmonds e Simmonds (46) verificaram que sua atratividade diminui, sensivelmente, após uma semana de utilização e Nogueira (36) verificou que o melhor período de captura ocorre uma ou duas semanas após a preparação das iscas.

Flutuação populacional

Em relação à movimentação do inseto nos diferentes meses do ano, a maioria dos trabalhos foram realizados no Brasil.

Apesar da importância da cultura e da praga, poucos são os trabalhos relativos à movimentação do inseto nos diferentes meses do ano, para se tentar estabelecer um calendário de controle e mesmo para verificar a influência dos elementos climáticos na movimentação.

Lara (22) relatou que, na Costa Rica, a maior movimentação do inseto ocorre no período de novembro a janeiro e que a população é maior no 2º e no 3º ano de idade do bananal, quando, então, começa a decrescer até tornar-se mais ou menos estável. Esta estabilidade é atribuída aos efeitos da umidade e drenagem, controle de ervas daninhas e decomposição da matéria orgânica.

Martinez (26) verificou que, em São Paulo, a maior movimentação ocorreu de novembro a abril em bananal da cv Nanicão.

Oliveira *et al* (38) verificaram, em bananal da cv. Prata no Rio de Janeiro, que o pico população, no plantio de várzea, ocorreu no mês de setembro; no de encosta, deu-se nos meses de agosto-setembro. Já no bananal da cultivar Nanicão em várzea, o pico ocorreu no mês de maio. Relataram, ainda, que não houve influência dos elementos climáticos na flutuação da população.

Zem e Alves (57) constataram que em bananal da cv Prata, na Bahia, a maior movimentação dos adultos ocorreu no período de março a maio, e que houve influência negativa dos meses chuvosos.

Veiga *et al* (51) observaram que, em bananal da cv Prata, plantado na várzea e na serra, em Pernambuco, a maior movimentação ocorreu no período de setembro a março.

Arleu (1) constatou que em bananal da cv. Prata plantado em encosta, no Espírito Santo, a movimentação dos adultos é uniforme durante todo o ano e que os elementos climáticos exercem pouca influência na flutuação da população

Controle

Um dos fatores mais importantes na tomada de decisão, para recomendação do controle de pragas, é o conhecimento do seu nível de controle. Para a broca da bananeira, *C. sordidus*, já existem algumas informações relatadas

Roberts (40) informou que, em Honduras, população média de 5 a 7 adultos por isca é considerada baixa, 7 a 15, média a severa e acima de 15, recomendam-se medidas de controle. Bullock e Evers (6) citaram que, no Equador, as medidas de controle são aplicadas quando a média de insetos por isca for igual ou maior que 1, porém, Martinez (26) relatou que a Diretoria Nacional del Banano do Equador só recomenda medidas de controle quando for encontrada uma média de 5 adultos por isca.

Pullen (39) relatou que, na América do Sul e no Caribe, com até 5 adultos por isca, considera-se desnecessária a aplicação de medidas de controle, enquanto que, na América Central, tolera-se de 15 a 20 adultos por isca. No Estado de São Paulo, o controle deve ser feito sempre que se encontrar mais de duas brocas por isca (33), em bananal do subgrupo Cavendish. Arleu (1) verificou que, no Espírito Santo, médias mensais de 1,6 adultos por isca, não interferem na produção da planta matriz da cultivar Prata.

Em relação aos métodos de controle e aos produtos indicados, existem várias referências, e, onde não ocorreram casos de resistência, os clorados aldrin e dieldrin foram os mais eficientes.

Lara (22) relatou que muitos produtos têm demonstrado grande efetividade na redução da população do inseto, mas em nenhum caso foi demonstrado aumento na produção.

Quanto à época de aplicação, Champion (7), citando Vilardebo, relatou que ela deve ser realizada no final do período chuvoso.

Fonseca (15) recomendou o arranquio e o corte em pequenos pedaços, de bananeiras infestadas, e, após a colheita, o corte das plantas ao nível do solo e a aplicação de inseticida na superfície cortada. Indicou, também, um bom manejo do bananal, o uso de mudas sadias e de iscas para atração dos adultos, com posterior catação manual. Silva e Abreu (45), na Bahia, recomendaram o uso de mudas sadias, o trata-

mento preventivo das mudas e das covas de plantio, com produtos à base de aldrin, o arranquio de plantas infestadas com tratamentos do local e o de aplicação preventiva de inseticidas a cada 6 meses.

Nanne e Klink (35), na Costa Rica, relataram que rizomas de plantas caídas favorecem a multiplicação da praga 6 vezes mais que os picados, sendo esta uma boa prática de controle.

Zem e Alves (58) constataram que o carbofuran 75 PM e o diazinon 60E nas dosagens de 13,4 e 16,7 gramas por litro de água, com imersão das mudas por 15 minutos, foram eficientes. Batchelder (2), na Costa Rica, verificou que o dieldrin foi eficiente por 40 semanas; Bullock e Evers (6), em Honduras, relataram que o aldrin e o dieldrin promoveram controle por 16 e 18 meses, respectivamente, e Mattos e Simão (27), em São Paulo, constataram que bananais tratados com aldrin na cova, por ocasião do plantio, não mostraram infestação aos dois anos de idade.

Moreira (31) recomendou aplicações, em torno da planta, de 50 a 60 gramas de fensulfothion G 5%, sendo as aplicações com intervalos de 4 meses no primeiro ano e as demais de 6 em 6 meses. Já Liceras *et al* (23), no Peru, constataram a eficiência do fensulfothion G 5%, a 60 gramas por planta, sendo a metade na cova de plantio e 30 gramas em torno da planta. Pullen (39), na América Latina e no Caribe, constatou que o pirimiphos-ethyl promoveu um controle por 180 dias, utilizado nas dosagens de 1,5 e 2,5 gramas do i a por planta e Wright (55) informou que o pirimiphos-ethyl e o clorpirafos, foram também eficientes.

Gaud *et al* (19) verificaram que o carbofuran 10G e Dasanit 15G foram eficientes nas dosagens de 10 a 14 gramas do i a por planta, respectivamente. Velasco (52) relatou que o phenamiphos 10%, o carbofuran 3% e o fensulfothion 10%, todos na dosagem de 50 gramas por touceira, foram eficientes. Sampaio *et al* (42) verificaram que o mephosfolan, o aldicarb e o carbofuran controlaram, satisfatoriamente, a broca da bananeira, e Mello *et al* (29) constataram, em laboratório, que os adultos apresentaram grande sensibilidade ao aldicarb, ao mephosfolon e ao parathion, sendo bastante sensíveis ao carbofuran.

Zem *et al* (59) obtiveram bons resultados com carbofuran e fensulfothion na dosagem de 4 gramas por planta. Sotomaior (48), no Equador, utilizando iscas tipo semicilindro tratadas com propoxur 1% e trichlorphon 5%, verificou que estes produtos foram eficientes, pela mortalidade e atração, em relação às iscas não tratadas. Constatou, também, que o fensulfothion 10% G, 30 gramas por planta, foi eficiente. Yaringano e Van der Meer (56), no Peru, utilizando iscas tratadas com 0,25 gramas de carbofuran e 0,2

gramas de phenamiphos por isca, verificaram que houve uma redução de 50% na população, em quatro meses. Relataram, também, que o uso de iscas é um método satisfatório de controle, através da coleta manual.

Mello *et al* (28) verificaram que os produtos carbofuran 5G e 75E e mephosfolan 5G e 25E, aplicados em isca, apresentaram-se eficientes, por 30 dias. Moreira (32), utilizando iscas tratadas, verificou que 5 gramas de fensulfothion 5% promoveram um bom controle. Relatou, também, que o aldrin, o parathion ethyl e o carbofuran não tiveram efeito repelente. Vieira e Silva (53) constataram a eficiência do monocrotophos quando aplicado, na isca, relatando, também, o efeito repelente do toxafeno, do heptacloro e do diazinon.

O método mais recente, recomendado para controle da broca, consiste na aplicação do inseticida no cilindro feito pela "lurdinha", após a eliminação dos rebentos. A aplicação deve ser feita somente antes da "planta-matriz" emitir a inflorescência, sendo recomendados 5 gramas de fensulfothion 5%, por touceira (33).

Em relação ao número de iscas por hectare, no Brasil, recomenda-se distribuição de 40 iscas tratadas com um dos seguintes inseticidas: aldrin, ekadrin, propoxur e dieldrin, sendo a aplicação repetida 15 a 21 dias após a primeira (8).

Entretanto, Simmonds (47) informou que altas infestações não são controladas somente com o uso de iscas tratadas, e, Arleu (1) relatou que o uso de iscas tratadas ou a remoção dos insetos da área não é um método satisfatório de controle, se aplicado isoladamente, a deve ser utilizado em conjunto com outras práticas culturais.

Em relação ao controle biológico, há registros, na literatura, sobre ocorrência de predadores, bem como da ação de fungos entomopatogênicos.

Beccari (5) listou as seguintes espécies predadoras: *Phorticus pygmaeus* (Hemiptera-Nabidae); *Fulvius nigricornis* (Hemiptera-Miridae) e *Geotomus pygmaeus* (Hemiptera-Cydnidae); *Annisolabis annulipes*, *Psalis americana* (Dermaptera-Labiduridae); *Physoderes curculionis* (Hemiptera-Reduvidae); *Chrysopilus ferruginosus* (Diptera-Rhagionidae); *Belonuchus quadratus*, *B. ferrugatus*, *Leptochirus unicolor* (Coleoptera, Staphylinidae); *Dactylosternum abdominale*, *D. hydrophiloides*, *D. intermedium*, *D. profundum*, *D. subquadratum* e *Omicrogiton insularis* (Coleoptera-Hydrophilidae); *Lioderma quadridentatum*, *Plaesius javanus*, *Platysoma abruptum* (Coleoptera-Histeridae); *Cathartus* sp. (Coleoptera-Cucujidae); *Geoplana coe-*

rulea (Platyhelminthes -- Turbellaria) e *Bufo marinus* (Amphibia-Saliencia).

Quanto aos microorganismos, os fungos *Beauveria bassiana* e *Metarrhizium anisopliae*, principalmente o primeiro, são encontrados com frequência nos bananais, sobre larvas e adultos de *C. sordidus*, existindo formulações comerciais dos dois agentes.

Apesar destes registros, pouco tem sido feito para verificar a eficiência de inimigos naturais no controle da praga, sendo esta uma linha de pesquisa prioritária e promissora.

Resumo

A presente revisão tem como objetivo facilitar a disponibilidade de um conjunto de informações aos profissionais da área, e àqueles que querem conhecer com mais detalhes a espécie *Cosmopolites sordidus* (Germ., 1824).

Distribuição geográfica, plantas hospedeiras, sintomas de ataque, susceptibilidade dos hospedeiros, importância econômica, aspectos biológicos, sexagem, amostragem, flutuação populacional, nível de controle, controle e principais inimigos naturais são os tópicos abordados.

Literatura citada

1. ARLEU, R. J. Dinâmica populacional e controle do *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) e *Metamasius hemipterus* L.; 1764 (Col.: Curculionidae) em bananais da cv. Prata, no Espírito Santo. Piracicaba-SP, ESALQ, Dissertação Mestrado, 1982. 55 p.
2. BATCHELDER, C. H. Experimentos con insecticidas para combatir el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en las plantaciones de abacá Turrialba 4(2):88-93. 1954
3. BECCARI, F. Cautele fitossanitarie indispensabili alle Dogane Somale. Primo elenco di agente patogeni temibili. Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, Firenze 54:(4/9):575-587. 1960.
4. BECCARI, F. Contributo alla conoscenza del *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera - Curculionidae). Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, Firenze 61(1/3):51-93. 1967.
5. BECCARI, F. Contributo alla conoscenza del *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera

- Curculionidae) *Rivista di Agricoltura Sub-tropicale e Tropicale*, Firenze 61(4/6):131-150. 1967.
6. BULLOCK, R. C e EVERS, C Control of the banana root borer (*Cosmopolites sordidus*, Germar) with granular insecticides *Tropical Agriculture*, London 39(2):109-113 1962
 7. CHAMPION, J. El plátano Barcelona, Editorial Blume, 1968. 247 p
 8. COMPANHIA BRASILEIRA DE ALIMENTOS, Brasília-DF. Uso de iscas no combate à broca-da-bananeira Brasília-DF, 1977. 8 p.
 9. COSTA LIMA, A. Insetos do Brasil, Coleópteros. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia, 1956. t. 10
 10. CUILLE, J. Recherches sur le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*, Germar; Monographie de l'insecte et recherches de ses chimiotropismes. Paris, Societé D'Éditions Techniques Coloniales, (Série Technique, 4). 1950. 225 p
 11. EDWARDS, W H. Le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* Germar *Rev. Agric. Sucr. Ile Maurice, Mauritius* 7-8(22):513-4. 1925.
 12. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Brasília, D.F. DID, 1980. 183 p.
 13. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA. Programas nacionais de pesquisa em fruticultura de clima tropical. Brasília, D.F. DID, 1981. 198 p.
 14. FEAKIN, S. D. Control de las plagas de los bananos. Londres, Center for Overseas Pest Research (Pans Manual, 1). 1975. 147 p.
 15. FONSECA, J. P. A broca da bananeira. *Biológico*, São Paulo 2(2):56-61, 1936.
 16. FROGGATT, J. L. The banana beetle borer. III *Queensland Agricultural Journal* 18(4):279-288. 1922.
 17. FROGGATT, J. L. The banana beetle borer IV. *Queensland Agricultural Journal* 19(2):68-75. 1923.
 18. FROGGATT, J. L. Banana weevil borer (*Cosmopolites sordidus* Chev.) VI. *Queensland Agricultural Journal* 21(5):369-378. 1924.
 19. GAUD, S. M.; TUDURI, J. G. e MARTORELL, L. P. Preliminary screening of insecticides for control of banana root borer, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera – Curculionidae). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras* 59(1):79-80. 1975.
 20. HORD, H. H. V. e FLIPPIN, R. S. 1956. Studies of banana weevils in Honduras. *Journal of Economy Entomology, Menasha* 49(3):269-300. 1956.
 21. INSTITUTO AGRONOMOICO PER L'OLTRE-MARE. Scheda entomologica di *Cosmopolites* (Calandra) *sordidus* (Germar, 1824). *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale*, Firenze 60(1/3):1-4. 1966.
 22. LARA, E. F. Problemas y procedimientos bananeros en la zona atlántica de Costa Rica. San José, 1970. 278 p.
 23. LICERAS, L.; URRELO, G. R. e BELTRAN, S. F. Ensayo para el control del gorgojo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera Curculionidae), al momento de la siembra. *Revista Peruana de Entomología*, Lima 16(1):50-54. 1973.
 24. LONGORIA, G. Dimorfismo sexual observado em pupas de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera – Curculionidae). La Habana, Universidad de La Habana, 1975. 6 p. (Série Sanidad Vegetal, 11).
 25. MARQUES, L. A. A praga da bananeira no Rio de Janeiro (Biologia do *Cosmopolites sordidus*, Germar). *Boletim da Sociedade Brasileira de Entomologia*, Rio de Janeiro (3):24-32, 1922.
 26. MARTINEZ, J. A. Flutuações da população da broca da bananeira "moleque" (*Cosmopolites sordidus* Germar). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 1, Campinas, Anais, Campinas-SP, Sociedade Brasileira de Fruticultura v. 1. 187-194. 1971.
 27. MATTOS, J. R. e SIMAO, S. A broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar) na interplantação de bananis. *Revista de Agricultura*, Piracicaba-SP, 42(1):15-17. 1967.

28. MELLO, R. H.; MELLO, E. J. R. e MARTINEZ, J. A. Eficiência de iscas envenenadas sobre a broca da bananeira ou moleque (*Cosmopolites sordidus* Germar) In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5, Pelotas, Anais. Pelotas, RS, Sociedade Brasileira de Fruticultura v 2: 672-680. 1979.
29. MELLO, E. J. R.; MELLO, R. H. e SUPPLY FILHO, N. Ensaio de laboratório para verificar a ação de inseticidas granulados e carbamatos sobre brocas da bananeira resistentes ao aldrin. *Biológico*, São Paulo, 46(7): 141-144. 1980.
30. MONTELLANO, O. B. Estudios biológicos del *Cosmopolites sordidus*, que infesta el rizoma de abacá. Tese de Post. Graduado. Turrialba, IICA, 1954. 27 p.
31. MOREIRA, R. S. A broca das bananeiras. *Correio Agrícola*, São Paulo (1):10-12, 1971.
32. MOREIRA, R. S. Broca das bananeiras (*Cosmopolites sordidus* Germar) seu combate. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Pelotas, Anais. Pelotas-RS, Sociedade Brasileira de Fruticultura v 2: 642-649. 1979.
33. MOREIRA, R. S. Bananeiras livres de broca produzem o dobro. *Correio Agrícola*, São Paulo (2):202-206. 1979.
34. MOZNETTE, G. F. Banana root-borer. *Journal of Agricultural Research*, Washington, D.C. 19(1):39-46. 1920.
35. NANN, H. W. e KLING, J. W. Reduzing banana root weevil adult from an established banana plantation. *Turrialba* 25(2):177-178. 1975.
36. NOGUEIRA, S. B. Efeito de alguns inseticidas, álcoois e éster aplicados em iscas contra a broca da bananeira, *Cosmopolites sordidus*, *Metamasius ensirostris* e *Metamasius inaequalis* (Coleoptera – Curculionidae). Tese de Mestrado. Viçosa, UFV. 1975. 45 p.
37. NOGUEIRA, S. B. Preferência das brocas de bananeira *Cosmopolites sordidus* e *Metamasius ensirostris* (Coleoptera – Curculionidae) por 10 diferentes cultivares de bananeira. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 4, Goiânia-GO. Resumos, Goiânia-GO, Sociedade Entomologia do Brasil. 1977. 108 p.
38. OLIVEIRA, A. M.; SUDO, S.; BARCELOS, D. F.; MENDES, S. G.; MAIOLINO, W. e MENEZES, N. do A. Flutuação da população de *Cosmopolites sordidus* e *Metamasius* spp., em bananeiras de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Agronômica*, Rio de Janeiro 11(2):37-41. 1976.
39. PULLEN, J. The control of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) in Latin America at the Caribbean with pirimiphos ethyl. *Pest. Articles and News. Summaries*, London 19(2):178-181. 1973.
40. ROBERTS, F. S. The banana root borer (*Cosmopolites sordidus* Germar), La Lima, United Fruit Company (Circular, 29). 1955. 11 p.
41. ROTH, L. M. e WILLIS, E. R. The humidity behavior of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera – Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America* 56(1):41-52. 1963.
42. SAMPAIO, A. S.; MYAZAKI, I. e SUPPLY FILHO, N. Controle da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera – Curculionidae), resistentes aos organo-clorados, com novos produtos. In: Congresso Brasileiro de entomologia, 6, Campinas. Resumos. Campinas-SP, Sociedade Entomologia do Brasil. 1980. 85 p.
43. SARAIVA, A. C. O gorgulho da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar) no arquipélago de Cabo Verde. *Estudos Agronômicos*, Lisboa 5(2):59-65. 1964.
44. SCHMIDT, C. T. O gorgulho da bananeira em São Tomé. *Estudos Agronômicos*, Lisboa 6(3):97-103. 1965.
45. SILVA, P. e ABREU, J. M. A broca da bananeira na região Cacaueira da Bahia. *Cacau Atual* Itabuna-BA 6(3/4):22-25. 1969.
46. SIMMONDS, N. W. e SIMMONDS, F. J. Experiments on the banana borer, *Cosmopolites sordidus*, in Trinidad, B. W. I. *Tropical Agriculture*, Trinidad 30(10/12):217-223. 1953.
47. SIMMONDS, N. W. Bananas. 2. ed. London, Longmans. 1966. 512 p.
48. SOTOMAIOR, B. B. Resistencia de *Cosmopolites sordidus* Germar, a los compuestos organo-clorados en el Ecuador. *Revista Peruana de Entomología*, Lima 15(1):169-175. 1972.

49. SZENT-IVANY, J. J. H. e BARRET, J. H. Some insects of banana in the territory of Papua and New Guinea. Papua and New Guinea Agricultural Journal, Port. Moresby 11(1): 40-44. 1956
50. VAURIE, P. A revision of the Neotropical genus *Metamasius* (Coleoptera — Curculionidae, Rhynchophorinae). Species Group III. Bulletin America Museum of Natural History, New York 136(4):175-268. 1967.
51. VEIGA, A. F. S.; WARUMBY, J. F.; MOURA, R. J.; JUNIOR, J. L. A. e Dantas, A. P. Dinâmica populacional de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) e *Metamasius hemipterus*, e ocorrência de epizootias por *Beauveria bassiana* em plantios de bananeira "Prata" situados em topografia de várzea e de serra, no Estado de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 6, Recife-PE, Anais, Recife-PE, Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 1:252-268. 1981
52. VELASCO, P. H. Incidência e controle químico del picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar. Agricultura Técnica en México, México 3(10):361-364. 1975.
53. VIEIRA, G. M. e SILVA, J. F. Estudo no controle ao moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar) pelo método de iscas nos perímetros irrigados. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 6, Recife, Anais, Recife-PE, Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 1:274-279. 1981.
54. VISWANATH, B. N. Development of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera — Curculionidae) on banana varieties in South India. Colemania, Karnataka 1(1):57-58. 1981.
55. WRIGHT, W. E. Inseticides for the control of dieldrin resistant banana Weevil borer, *Cosmopolites sordidus* Germar, Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. Melbourne 17(86):499-504. 1977.

Reseña de libros

ALLEN, D. J. ed. The pathology of tropical food legumes. New York, John Wiley & Sons. 1983. 413 p

Los diferentes centros de investigación fundados con el fin de promover el desarrollo de las leguminosas comestibles, han generado en poco tiempo una enorme cantidad de información científica, la cual ha sido en su mayoría publicada en libros y boletines específicos, sin embargo, esta literatura no es suficientemente crítica y analítica en este caso, el autor se refiere en forma amplia a otros aspectos relacionados con las enfermedades que frecuentemente no se incluyen en los libros, tales como el análisis del ambiente de los trópicos, evolución y equilibrio de sistemas en la agricultura de subsistencia en el trópico, referido al maní (*Arachis hypogaea*), soya (*Glycine max*), frijol común (*Phaseolus vulgaris*), rabiza o frijol de vaca (*Vigna unguiculata*), gandul o gualdul (*Cajanus cajan*) y garbanzo (*Cicer arretinu*). En este aspecto es importante destacar que no es un libro de diagnóstico, sino

que más bien se describen en forma resumida las enfermedades más importantes en cada cultivo, haciendo énfasis en el control por resistencia, como un componente del manejo integrado

El primer capítulo se refiere al ambiente tropical, la evolución y los complejos sistemas de cultivo de los cuales forman parte. En el segundo y tercer capítulo se describe la distribución geográfica, importancia económica y ecología de los patógenos principales, que son comunes a varios cultivos. En seis capítulos siguientes, se resumen las enfermedades principales, incluyendo un buen análisis de la situación del mejoramiento para resistencia y una descripción detallada de los métodos para identificarla. También incluye 95 páginas de sólo referencias de gran utilidad para investigadores y estudiantes. El libro está dirigido más hacia fitomejoradores y fitopatólogos que estén trabajando activamente en programas de mejoramiento de leguminosas y por supuesto, por el ordenamiento de contenidos que tiene y su fácil comprensión, se considera muy adecuado para la enseñanza

EDGAR VARGAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

MINERALOGÍA DE ARCILLAS DE SUELOS

Eduardo Besoain

Basada en enfoques científicos modernos, esta imprescindible obra pone su énfasis expositivo en la mineralogía de arcillas, de la que presenta un conjunto sistematizado de sus principales conceptos, la revisión general de sus conocimientos técnicos y el resultado de las investigaciones más recientes. La materia sobre esta rama de la ciencia del suelo ha sido tratada, sin embargo, con un lenguaje didáctico apto para el manejo y comprensión no sólo de especialistas sino además de los estudiantes interesados en ella.

La estructura general de MINERALOGÍA DE ARCILLAS DE SUELOS avanza progresivamente de lo general a lo particular. Así, el Capítulo 1 define la arcilla, fundamenta su desarrollo histórico y los factores que determinan su caracterización, para posteriormente estudiarla con relación a la edafología.

El Capítulo 2 expone lo concerniente a uniones interatómicas e intermoleculares, escala de electronegatividad y polarización, entre otros. Asimismo, incluye el tratamiento de los principios de la cristalografía y la cristalografía química. El Capítulo 3, por su parte, estudia los silicatos primarios, las rocas que constituyen la corteza terrestre, la diferenciación magmática, las series de cristalización, los vidrios volcánicos, y otros.

El Capítulo 4 trata sobre los minerales de arcilla cristalinos del suelo, con énfasis en la estructura, propiedades y relaciones existentes entre ellos. El Capítulo 5

comprende el estudio de los minerales secundarios no cristalinos y paracrystalinos del suelo, incluyendo sus propiedades, estructura, composición química e identificación. El Capítulo

6 se refiere a los minerales acompañantes de la arcilla: óxidos e hidróxidos cristalinos y amorfos del suelo, incluso los óxidos de aluminio, de hierro, titanio y manganeso.

El Capítulo 7 de esta importante obra discute los principios de formación de los minerales de arcilla, así como los fenómenos de meteorización física y los procesos y agentes de meteorización química: hidratación, hidrólisis, quelación y otros. Una sección especial de este Capítulo es dedicada a la meteorización de cenizas volcánicas y al desarrollo de la secuencia alofán-aloisita metahalosita-caolinita, sus reacciones y principios generales de formación.

El Capítulo 8 trata de la frecuencia de distribución de los minerales de arcillas de suelos, mientras que el Capítulo 9 expone la síntesis experimental de dichos minerales. Finalmente, el Capítulo 10 estudia los métodos de análisis usados en mineralogía de suelos, entre ellos el análisis térmico (diferencial e integral), difracción de rayos X, espectrofotometría infrarroja, microscopía electrónica y análisis químico vía espectrografía de rayos X.

CONTENIDO

	Página
Capítulo 1. Introducción	7
Capítulo 2. Conceptos generales sobre enlaces y estructuras	37
Capítulo 3. Composición mineralógica del suelo	123
Capítulo 4. Minerales secundarios del suelo: silicatos cristalinos	311
Capítulo 5. Aluminosilicatos no cristalinos y paracrystalinos del suelo	533
Capítulo 6. Óxidos e hidróxidos del suelo	643
Capítulo 7. Principios de meteorización de las rocas y minerales	737
Capítulo 8. Frecuencia y distribución de los minerales de arcilla en los suelos	923
Capítulo 9. Síntesis de los minerales de arcilla	939
Capítulo 10. Métodos físicos usados en el análisis de las arcillas de suelos	965

El texto de MINERALOGÍA DE ARCILLAS DE SUELOS contiene, además, 1216 páginas en papel Biblia, 133 cuadros, 325 figuras (dibujos, diagramas, fotografías, espectros infrarrojos) y 1682 referencias bibliográficas.

Summary

The inhibiting effect of Blasticidin on Tobacco Mosaic Virus (TMV) was studied. Doses of 10, 1, 0.1 and 0.01 ppm were used to estimate the amount of product useful to determine inhibition of the virus. The product was applied to the upper leaves, lower leaves and the soil, before, simultaneously and after inoculation with TMV. The toxicity of the product was taken into account as well as its translocation inside the plants. The time of application, doses and place of application of the product were not statistically different; the possible preventive or curative actions were the same with the different doses and in the different places of the plant.

The most effective treatments to inhibit TMV on Nicotiana glutinosa without plant toxicity were Blasticidin postinoculated at 0.1 ppm on lower leaves with a mean of 12.18 fewer local lesions than the controls, and Blasticidin preinoculated at 0.1 ppm on upper leaves with a mean of 7.68 fewer local lesions than the control. Although other higher doses inhibited infection by the virus, the degree of plant toxicity produced, made them not useful. Nine of the 24 treatments resulted in inhibition of TMV. The translocation of the product was in both directions up and down. The plant toxicity of this product was evident in the major necrosis produced on the tobacco leaves and its use for inhibition of TMV should be considered only at the experimental level.

Introducción

Se han establecido diversas prácticas, básicamente preventivas, para minimizar los daños causados por virus fitopatógenos. Entre las medidas curativas, aún en fase experimental, está el uso de sustancias químicas que ofrezcan la posibilidad de una acción directa contra las enfermedades virales de las plantas, ya sea por la inhibición de la multiplicación o de la infección que estos parásitos provocan. Allard (1) y Stanley (24) inhibieron al Virus de Mosaico del Tabaco (VMT) con ácido tánico y muchas otras sustancias químicas

Bawden (2) considera que existe la posibilidad de desarrollar medidas profilácticas, ya que aun las partículas de virus más estables se pueden inactivar cuando invaden por primera vez a células sanas. La misma inoculación del VMT induce una resistencia sistémica y durable contra el mismo VMT, contra *Phytophthora parasitica* var *nicotianae*, *Pseudomonas tabaci* y *Peronospora tabacina* (20). Se ha informado de una sustancia inhibidora de la replicación viral, que se desprende al medio de cultivo, o producida por los protoplastos infectados de VMT de una variedad de *Nicotiana tabacum* Samsun NN' y que inhibe la replicación viral en discos foliares y en hojas intactas y parece que no es específica de un hospedante ni de un virus (8).

El uso de diferentes antibióticos para inhibir virus ha sido frecuente, así los trabajos de Gray (9, 10) mostraron que la novomicina y la citovirina inhibían

¹ Recibido para publicación el 30 de noviembre de 1983

* Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Apartado Postal 70-233, Delegación Coyoacán 04510, México, D.F.

al Virus del Mosaico sureño del frijol y a otros virus Lidner *et al.* (18) y Shimomura y Hirai (22) encontraron que tanto las cicloheximidas como el actidion y la naramicina inhibían virus. Dawson y Schlegel (5) inhibieron VMT con actinomicina D, 2-tiouracilo y cicloheximidas Hirai y Shimomura (13) encontraron un aumento del contenido de ARN en los tejidos tratados con naramicina. En estudios realizados por Hirai *et al.* (14, 15, 16), la acción de Blastocidin contra el VMT, muestran que esta sustancia inhibió la síntesis de proteínas virales

Debido a que aún no se ha reportado la posibilidad de usar el Blastocidin en la práctica, ni su efecto inhibitorio en la planta a diferentes dosis, su translocación y efecto fitotóxico, estos aspectos son los que se pretende abarcar en la presente investigación

Materiales y métodos

Plantas de prueba: Para las pruebas se utilizó a *Nicotiana glutinosa* de 8 semanas de edad, contiene 10 ó más hojas. Estas plantas se regaron con una solución nutritiva, tres veces a la semana ya que una buena nutrición aumenta la susceptibilidad al virus (7).

La solución nutritiva se hizo con nitrato de amonio (225 g), fosfato monobásico de amonio (225 g) y cloruro de potasio (225 g) Estos ingredientes se disolvieron en 20 litros de agua y de esta solución se tomó una parte en 20 de agua y se usó para regar las plantas.

Fuente de inóculo: Para este estudio se usó el Virus de Mosaico del Tabaco (VMT) proveniente de plantas de tomate del Estado de Morelos en México, el cual se reprodujo en plantas de tomate, y cuando los síntomas de mosaico se presentaron, las hojas infectadas se cortaron, se congelaron por 24 horas, se molieron en un mortero y se filtraron con gasa, el filtrado constituyó la dosis original del inóculo

Técnica de inoculación: Se espolvoreó carborundum 400 mallas por pulgada en el área foliar por inocular y después se frotó el inóculo embebido en algodón. La inoculación se hizo a las seis de la tarde ya que a esta hora la luz no es tan intensa (entre 90 y 230 luxes), porque se ha mostrado que la luz puede afectar al virus y a la susceptibilidad de la planta (3, 4).

Dilución del inóculo: Para determinar a qué dilución sería apropiado tener al virus, para obtener un número de lesiones locales entre 10 y 100 por mitad de hoja, considerado por Matthews (19) como el óptimo para *Nicotiana glutinosa*, se probaron 6 dife-

rentes diluciones del inóculo: el extracto foliar con VMT sin diluir que es la dosis original (DO) y diluciones de 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10 000 y 1/100 000 Como solvente se usó una solución de un gramo de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 100 ml de agua destilada (8.9 de pH) La concentración de iones H no inactiva al virus, sino que protege sus propiedades, por tanto este buffer es el adecuado (23, 28)

Se conoce que el pH alcalino favorece la infectividad del virus (24), lo cual es importante en este estudio ya que si no aparecen lesiones locales, quiere decir que el Blastocidin es verdaderamente efectivo para inhibir la formación de ellas.

En cada una de las 10 plantas de *Nicotiana glutinosa* se inocularon las 6 diferentes diluciones del virus en mitades de hoja de diferente edad y en cada hoja se usó sólo una mitad, nunca ambas. Con estos datos se obtuvo la media de lesiones locales por mitad de hojas para decidir cuál era la mejor dilución

Preparación y dosis de Blastocidin: Blastocidin (Blas-S, Blastocidin S) es un antibiótico de origen japonés (27) usado como fungicida preventivo contra *Piricularia oryzae*. Químicamente es sulfonato de benclaminobenceno de fórmula $\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{O}_5\text{N}_8$ y se informa que inhibe la síntesis de proteínas del VMT en hojas de tabaco infectadas (14).

Con objeto de conocer la dosis recomendable para la inhibición de VMT se probaron 4 diferentes dosis de este producto y fueron Blastocidin S a 10 ppm como dosis original y diluciones de 1/10 = 1 ppm, 1/100 = 0.1 ppm, y 1/1 000 = 0.01 ppm. Las diferentes dosis se aplicaron con algodón a ambos lados de la hoja. Después la planta se cubrió por un día con una bolsa de plástico para evitar la evaporación del producto y permitirle su penetración al tejido foliar. Se inoculó el VMT a 3 diferentes tiempos de aplicación respecto al antibiótico

Tiempo de aplicación del Blastocidin: Se usaron 3 tiempos de aplicación para este producto químico: simultáneo, pre-inóculo y post-inóculo

En la aplicación simultánea del producto con el VMT, se busca conocer el efecto del Blastocidin sobre el virus directamente, ya que se mezclan ambos antes de aplicarlos a las plantas de prueba. En esta aplicación las proporciones tanto del virus como del Blastocidin fueron en proporción de 1 a 20 de buffer:

Extracto foliar de tomate con VMT (inóculo)	0.5 ml
Blastocidin (DO) como inhibidor	0.5 ml
Na_2HPO_4 (buffer)	9.0 ml

Se usó carborundum 400 mallas por pulgada espolvoreado, y después se aplicó la mezcla anterior en 5 hojas de 2 plantas de *N. glutinosa*.

Otro tiempo de aplicación fue el preinóculo, donde un mililitro de Blastidín, en su dosis original y con 9 ml de Na_2HPO_4 al 1%, fue aplicado 30 horas antes de la inoculación con VMT en dilución 1/10, a 5 hojas de 2 diferentes plantas, dando un total de 10 hojas. Este tratamiento nos mostraría un posible efecto protector del Blastidín hacia la planta, ya que siendo un producto sistémico, la protección llegaría a cualquier lugar de ella.

El tercer tiempo de aplicación del Blastidín es cuando se puso en las 2 superficies de 10 hojas de *N. glutinosa*, 30 horas después del virus. El efecto del producto químico en este caso sería curativo, o post-inóculo.

Tomando como punto de referencia a la aplicación simultánea, se compararon los tratamientos pre y post-inóculo respecto a su testigo y entre ellos, para determinar si la acción del producto era preventiva o curativa. La evaluación de los tiempos de aplicación se hizo con el número de lesiones locales por gramos de tejido foliar; se usó la prueba t -student para analizar si el tiempo de aplicación del producto fue importante para la inhibición viral.

Diseño estadístico

Se usó el diseño factorial de tratamientos, con las variables producto, sitio de aplicación y dosis, con 10 repeticiones (2 plantas con 5 hojas por planta), en todos los casos el tratamiento se corrigió con testigos.

La prueba F usada en el análisis de varianza, indica cuánto influye determinado parámetro (dosis, producto y tiempo de aplicación) sobre la inhibición del virus.

Con los datos obtenidos en el ensayo de tiempo de aplicación de los productos químicos se realizó la prueba t -student; los valores de las t de los tratamientos se compararon con los de las t de las tablas para conocer si los tiempos de aplicación eran estadísticamente significativos o no.

Se contaron las lesiones locales de la hoja completa y se midió el área foliar en cm^2 en un aparato Hayashi Denko Co. Ltd. Japan Type AAM-5, y se sacó el promedio de lesiones locales por cm^2 por cada hoja.

Para las comparaciones entre los datos obtenidos se usó la prueba de Duncan. Con el objeto de tener una medida homogénea del número de lesiones obser-

vadas, se consideró el número de lesiones por unidad de área. Se consideró conveniente usar un índice al que se llamó "Diferencia en número de lesiones por unidad", para aprovechar de manera óptima la información del conteo de lesiones locales, este índice se obtuvo utilizando la ecuación siguiente:

Lesiones locales/ cm^2 del tratamiento

Lesiones locales/ cm^2 del testigo correspondiente

Diferencia en número de lesiones por unidad

La diferencia puede ser un número positivo o bien negativo; si es negativo (-) indica que el tratamiento con el producto químico tuvo un efecto inhibitorio contra el VMT, comparado con su testigo, es decir, que presenta un menor número de lesiones por área o peso. Si la diferencia es 0 ó es un número positivo (+), se indica que no hubo inhibición o bien que algunos tratamientos favorecieron la formación de lesiones locales. En otras palabras, que los tratamientos con los productos químicos presentaron más lesiones que los testigos.

Translocación: Con el objeto de conocer la forma en que el Blastidín o bien un producto derivado de él, se mueve en la planta, se aplicaron sus 4 dosis, en sus 3 sitios de aplicación y sus 2 tiempos de aplicación.

Los 3 sitios de aplicación fueron:

a) En hojas superiores.

Por hojas superiores se entiende las 5 más jóvenes y más cerca de la inflorescencia. Para ver si el producto bajaba se inocularon las hojas inferiores de 2 plantas de *N. glutinosa* con VMT y se puso Blastidín en las superiores. Como testigos se realizaron los mismos tratamientos en otras plantas, pero en lugar del antibiótico se puso agua destilada en las hojas superiores.

b) En las hojas inferiores.

Se consideran hojas inferiores las 5 más viejas o sea las que nacieron primero. Para observar si el Blastidín se movió hacia arriba, se inocularon con VMT las hojas superiores, y con Blastidín las inferiores. En los testigos se inoculó el VMT también en las hojas superiores y agua destilada en las inferiores.

c) Al suelo.

Para determinar si el Blastidín era realmente absorbido por la raíz, se aplicaron 5 ml de él, en sus

4 dosis, con una pipeta al suelo; se usaron 2 plantas en cada uno de los tratamientos. Como testigo se usó agua destilada en lugar del antibiótico. Es importante el tratamiento al suelo para ver si se puede aplicar el producto en agua de riego.

Resultados y discusión

Dilución del inóculo: Los resultados muestran que el VMT en su dosis original dio 127.8 lesiones locales de promedio de 10 mitades de hoja, la dilución 1/10 dio 79.6, la 1/100 dio 82.4, la 1/1 000 dio 31.2, la 1/10 000 dio 2.7 y la 1/100 000 dio 1.9. De acuerdo con Matthews (19) se decidió usar la dilución 1/10, aunque se pudieron usar también la 1/100 y la 1/1 000. La dosis original se abrevió D O.

Dosis del Blastidicid: No hubo un efecto inhibitorio estadísticamente significativo con las 4 dosis empleadas. Los resultados obtenidos van íntimamente relacionados con la fitotoxicidad del producto, factor que se analizará posteriormente. En el Cuadro 1 se muestran estos resultados.

Tiempo de aplicación: La aplicación simultánea del Blastidicid con el VMT dan un promedio de 626.3 lesiones, mientras que el control que fue VMT con agua destilada y el buffer dieron 606.1 lesiones con una significancia negativa al 5% de probabilidad. Esto nos indica que el Blastidicid no inhibe al virus mismo, ni desnaturaliza a la partícula viral al estar inmediatamente en contacto con ella, sino que la deja infectiva por más tiempo. Estos resultados no coinciden con los reportados por Hirai *et al.* (15) donde hay un 100% de inhibición cuando el Blastidicid se aplicó simultáneo con el VMT, puede ser que esta diferencia se deba a que estos autores usaron para su trabajo hojas de frijol cortadas de la planta, mientras que aquí se usó la planta intacta de *N. glutinosa*.

Cuadro 1. Efecto de las 4 dosis de Blastidicid en 3 tiempos de aplicación, sobre la infectividad de VMT en *N. glutinosa*

Tiempo de aplicación	Dosis	Media ¹	Significancia a 5% de probabilidad
Post-inoculación	1/100	-2.22	a
Pre-inoculación	DO	0.07	ab
Pre-inoculación	1/10	0.33	ab
Pre-inoculación	1/100	0.85	ab
Pre-inoculación	1/1000	1.22	ab
Post-inoculación	1/10	1.57	ab
Post-inoculación	DO	1.61	ab
Post-inoculación	1/1 000	3.31	b

1 Diferencia del número de lesiones locales/cm² en relación al control.

Los resultados tanto de la aplicación del Blastidicid, que dio 109.5 lesiones locales de promedio, como los de la aplicación post-inóculo que dio 149.2 lesiones locales de promedio, son menores que el testigo, con 606.1 lesiones locales de promedio, y ambos tuvieron una significancia negativa al 5% de probabilidad y 1.83 en la prueba t-student

Esto parece indicar que el efecto de este producto químico sería sobre la planta, en su expresión de síntomas, que en el caso de *N. glutinosa* se manifiesta como lesiones locales. Hay reportes del efecto de este producto sobre el VMT en los hospedantes (14, 15, 16).

Diseño estadístico: Los resultados de este diseño se encuentran en los Cuadros 2 y 3

En el Cuadro 3 podemos ver que los mejores tratamientos en relación a la inhibición de VMT fueron 1/100 y 1/10 en hojas inferiores preinoculadas, y 1/100 en hojas superiores preinoculadas. Es interesante observar que el tratamiento 1/100 en hojas inferiores post-inoculadas dio la mejor inhibición (-12.18), mientras que el mismo tratamiento pero inoculado mostró más lesiones que su control (+8.47). Este resultado coincide con lo reportado por Hirai *et al.* (16) quienes dicen que el Blastidicid reduce la síntesis del VMT cuando se aplica en tiempo post-inóculo al tabaco (16). Parece ser que el Blastidicid actúa principalmente en un estado temprano de infección por VMT (2, 15).

Es probable que los tratamientos 1/10 en hojas inferiores pre-inoculadas, dosis original en hojas inferiores pre-inoculadas, 1/10 en hojas superiores pre-inoculadas y D O en hojas superiores pre-inoculadas que parecen efectivos contra el VMT, puedan no serlo debido a la dificultad que hubo para observar las lesiones locales debido a la necrosis, y al tejido muerto causado por el producto; este daño foliar puede haberse producido antes del establecimiento del virus o puede haber enmascarado las lesiones locales del tejido.

Respecto al modo de acción del Blastidicid hay información de que inhibe la tasa creciente de incorporación del VMT a las proteínas citoplásmicas, las del cloroplasto y las de la mitocondria (15). El Blastidicid a concentraciones de 0.1 a 10 ppm inhibe la incorporación de leucina C₁₄ a la proteína mitocondrial de hojas infectadas y no infectadas, e interfiere con la reacción de transferencia de aminocil ARN_s al ribosoma así como baja la tasa de incorporación de ARN del VMT (15). Parece ser que este producto opera en el mecanismo sintetizador de VMT y ARN del VMT y no opera sobre el establecimiento del virus ni de sus

Cuadro 2. Análisis de varianza del experimento en que se probó producto, dosis y sitio de aplicación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Probabilidad de obtener un valor de F mayor del obtenido
Producto	14	8 054.99	575.35	18.78	0.0001
Sitio de aplicación	2	1 851.59	925.79	30.23	0.0001
Dosis	3	179.70	59.90	1.95	0.1171
Prod x Sitio	28	17 533.81	626.20	20.44	0.0001
Prod x Dosis	42	4 239.67	100.94	3.29	0.0001
Sitio x Dosis	6	692.04	115.34	3.76	0.0013
Prod x Sitio x Dosis	84	7 135.22	84.94	2.77	0.0001

moléculas de ARN (15). Asimismo este antibiótico inhibe la síntesis de proteína de *Piricularia oryzae* (17). También se reporta que este producto aumenta la incorporación del uracilo C₁₄ al ARN en discos foliares sanos y enfermos con VMT (13)

Fitotoxicidad

Quizá los resultados más importantes de este estudio sean respecto a los efectos fitotóxicos del Blastidín, ya que cuando aparecen publicaciones indicando un efecto inhibitorio de este antibiótico, sobre VMT, puede tratar de aplicarse a cultivos donde el VMT sea un problema. El Blastidín es muy fitotóxico y daña severamente a las plantas de tabaco vivas; además, la fitotoxicidad reportada (50-53 mg/kg) es irritante para los ojos y ligeramente tóxico a los peces (27).

Hirai y Shimomura (14) dicen que el Blastidín inhibe la multiplicación viral en un 90% con 0.2 ppm y un 71% con 0.1 ppm y que sólo causó un ligero amarillamiento de las hojas. Además reportan que a 0.05 ppm inhibió un 55% del VMT sin fitotoxicidad, esto quizá lo concluyeron porque trabajaron con discos foliares de *Nicotiana tabacum* inoculada con VMT y en discos foliares es difícil medir la fitotoxicidad. En el presente estudio se encontró que dosis de 0.01 ppm en hojas superiores, las arrugó y causó manchas necróticas a pesar de ser una dosis menor que la trabajada por los dos autores anteriores. Otro problema es que la dosis 1/1 000 = 0.01 ppm no siempre fue eficiente para inhibir la formación de lesiones locales, de hecho 4 de los 6 tratamientos no inhibieron la formación de lesiones locales (Cuadro 3); además, aunque la fitotoxicidad fue menor que con las dosis más concentradas, arrugó las hojas superiores y les produjo manchas necróticas

Las dosis de 10 ppm, 1 ppm, 0.1 ppm y 0.01 ppm en hojas superiores muestran reacciones de fitotoxicidad como necrosis extensivas, arrugamiento y quemaduras

En hojas superiores la fitotoxicidad es más evidente por la suavidad del tejido joven

La dosis de 10 ppm y 1 ppm quemaron las hojas inferiores, y 7 de los tratamientos al suelo no inhibieron la formación de lesiones locales, sólo la dosis 1/1 000 al suelo inhibió pero sin fitotoxicidad.

Además es diferente trabajar con discos foliares que con la planta entera. Hirai y Shimomura (14) indican correctamente que el Blastidín inhibe la formación de lesiones locales, sin embargo su fitotoxicidad es tan alta que hace que este producto sea poco utilizable para controlar al VMT. En los estudios que los autores anteriores hacen en *N. glutinosa*, inoculan la hoja y la cortan, alterando la fisiología normal de la planta, en estas condiciones es posible que haya menos efecto fitotóxico, pero eliminando este traumatismo y sin alterar a la planta con cortes, la fitotoxicidad es evidente

Hirai *et al.* (15) indican que este antibiótico no solamente inhibe la síntesis de proteína viral sino también la normal, o sea que es un inhibidor universal de la síntesis proteica. En otra publicación dos años después, Hirai *et al.* (16) dicen que la síntesis de proteínas de ARN del hospedante no se altera, ya sea una cosa o la otra, lo cierto es que la fitotoxicidad del producto es severa y evidente

El antibiótico inhibe la síntesis de ARN del VMT (16), inhibe la incorporación de C₁₄ a la proteína mitocondrial en hojas sanas o con VMT (13), inhibe la incorporación del ácido glutámico C₁₄ en la proteína de *Piricularia oryzae* (17) y que es posible que se inhiba la síntesis de la enzima de polimerización de ARN del VMT (14).

Translocación: En los resultados de esta prueba se observa que cuando el producto se aplicó en hojas superiores o en inferiores hubo inhibición del

Cuadro 3. Efecto de las 4 dosis y los 3 sitios de aplicación del Blastocidin sobre la infección del VMT en *N. glutinosa*.

Tiempo	Dosis	Sitio de aplicación	Media ¹	Nivel de significancia al 5% de probabilidad
Después	1/100	HI	- 12.18	a
Antes	1/100	HS	- 7.68	a
Después	1/10	HI	- 7.22	ab
Antes	1/1000	S	- 2.80	b
Después	DO	HI	- 1.66	b
Antes	DO	HI	- 1.54	b
Antes	1/10	HS	- 1.17	b
Antes	DO	HS	- 0.97	b
Después	1/1 000	HI	- 0.57	b
Antes	1/10	S	0.12	b
Antes	1/1 000	HS	0.26	bc
Antes	1/100	S	1.78	c
Después	1/100	S	1.94	c
Antes	1/10	HI	2.05	c
Después	DO	HS	2.53	c
Antes	DO	S	2.73	c
Después	1/100	HS	3.55	c
Después	1/1 000	S	3.65	c
Después	DO	S	3.95	c
Después	1/10	S	4.88	c
Antes	1/1 000	HI	6.22	c
Después	1/1 000	HS	6.86	c
Después	1/10	HS	7.05	c
Antes	1/100	HI	8.47	d

1 Diferencia del número de lesiones locales/cm² en relación a su testigo.

HI Hojas inferiores; HS = Hojas superiores; S = Suelo; DO = Dosis original.

VMT o sea que el antibiótico se mueve de abajo para arriba y viceversa, aunque no en todos los casos, por la toxicidad.

Por otro lado no hubo inhibición viral en los tratamientos al suelo, con excepción de la dosis 1/1 000, quizá al contacto con la tierra pierda alguna propiedad o bien penetra con dificultad por la raíz (Cuadro 3). Puede observarse que las dosis DO, 1/10 y 1/100 al suelo no inhibieron al VMT mientras que estas 3 dosis en hojas superiores e inferiores sí lo inhibieron.

Conclusiones

El tiempo de aplicación del producto no fue significativo. Los mejores tratamientos en términos de daño foliar mínimo con máximo efecto inhibitorio de VMT en *N. glutinosa* fue de Blastocidin postinoculado 1/100 en hojas inferiores y preinoculado 1/100 en hojas superiores.

La fitotoxicidad fue severa y en muchos tratamientos donde no la hubo, tampoco hubo inhibición de la formación de lesiones de VMT.

La translocación del producto fue en ambas direcciones, hacia arriba y hacia abajo, pero penetra con dificultad por la raíz, posiblemente porque las dosis usadas sean tan agresivas para la raíz que la imposibilita para conducir al antibiótico hacia arriba.

Independientemente de la forma como el Blastocidin actúe sobre el VMT, y aunque lo inhiba, su alta fitotoxicidad lo hace inaplicable a nivel práctico, y su uso como inhibidor de VMT debe ser considerado sólo en un plano experimental y no para recomendarlo en el campo.

Resumen

Se estudió el efecto inhibitorio del Blastocidin sobre el Virus de Mosaico del Tabaco (VMT). Se usaron 1, 0.1, 0.01 ppm del producto para estimar la cantidad adecuada para inhibir al virus. El fungicida se aplicó en hojas superiores, inferiores y en el suelo, antes de la inoculación con VMT, de modo simultáneo con la inoculación y después de ella. La toxicidad de este producto se registró, así como su traslocación dentro de las plantas. El tiempo de aplicación, dosis y sitio de aplicación del producto no

fueron estadísticamente diferentes; las posibles acciones curativa o preventiva fueron iguales con las diferentes dosis y en los diferentes sitios de la planta

Los tratamientos más efectivos para inhibir VMT en *Nicotiana glutinosa* sin fitotoxicidad fueron Blastidín postinoculado a 0.1 ppm en hojas inferiores con una media de 12.18 lesiones locales menos que el testigo, y Blastidín preinoculado a 0.1 ppm en hojas superiores con una media de 7.68 lesiones locales menos que el testigo. Aunque otras dosis mayores inhibieron la infección por virus, el grado de fitotoxicidad producido no las hizo utilizables. Nueve de los 24 tratamientos inhibieron al VMT. El producto se transloca en ambas direcciones, tanto hacia arriba como hacia abajo.

La fitotoxicidad de este producto fue evidente en las grandes necrosis producidas en las hojas de tabaco y su uso para la inhibición del VMT debe considerarse solo a nivel experimental.

Literatura citada

1. ALLARD, H. A. Effects of various salts, acids, germicides, etc., upon the infectivity of the virus causing the mosaic disease of tobacco. *Journal of Agricultural Research* 13:619-637. 1918.
2. BAWDEN, F. C. Inhibitors and plant viruses. *Advances in Virus Research* 2:31-57. 1954.
3. BAWDEN, F. C. and ROBERTS, F. M. The influence of light intensity on the susceptibility of plants to certain viruses. *Annals of Applied Biology* 34:286-296. 1947.
4. CORBETT, M. K. and SISLER, H. D. eds. *Plant Virology*. Gainesville, University of Florida Press. 1964. 527 p.
5. DAWSON, W. O. and SCHLEGEL, D. E. The sequence of inhibition of Tobacco mosaic virus synthesis by actinomycin D, 2-thiouracil, and cycloheximide in a synchronous infection. *Phytopathology* 66:177-181. 1976.
6. ENGLER, R. and SCHRAMM, G. Infectious ribonucleic acid precursor of Tobacco mosaic virus. *Nature* 183:1 277-1 279. 1959.
7. FULTON, R. W. Transmission of plant viruses of grafting, dodder, seed and mechanical inoculation. Chapter 3. In: Corbett, M. K. and Sisler, H. O. eds. *Plant Virology*. Gainesville, University of Florida Press. 1964. pp. 39-67.
8. GERA, A. and LOEBENSTEIN, G. Further studies of an inhibitor of virus replication from Tobacco mosaic virus infected protoplasts of a local lesion - responding tobacco cultivar. *Phytopathology* 73:111-114. 1983.
9. GRAY, R. A. Activity of an antiviral agent from *Nocardia* on two viruses in intact plants. *Phytopathology* 45:281-285. 1955.
10. GRAY, R. A. Inhibition of local lesion and systemic plant infections with a new antiviral agent cytovirin. *Phytopathology* 47:522 (Abstract). 1957.
11. HASHIMOTO, K., KATAGIRI, M. and MISATO, T. Studies on the phytotoxic action of an antiblastic antibiotic, Blastidín S. *Agricultural Chemicals (Tokyo)* 37:245-254. 1963.
12. HELMS, K. and WARDLAW, I. F. Effect of temperature on symptoms of Tobacco mosaic virus and movement of photosynthate in *Nicotiana glutinosa*. *Phytopathology* 67:344-350. 1977.
13. HIRAI, T. and SHIMOMURA, T. The mode of action of some antibiotics in their inhibitory effect on Tobacco mosaic virus multiplication. *Phytopathologische Zeitschrift* 40:35-44. 1960.
14. HIRAI, T. and SHIMOMURA, T. Blastidín S, an effective antibiotic against plant virus multiplication. *Phytopathology* 55:291-295. 1965.
15. HIRAI, T., HIRASHIMA, A., ITOH, T., TAKAHASHI, T., SHIMOMURA, T. and HAYASHI, Y. Inhibitory effect of Blastidín S on Tobacco mosaic virus multiplication. *Phytopathology* 56:1 236-1 240. 1966.
16. HIRAI, A., WILDMAN, S. G. and HIRAI, T. Specific inhibition of TMV-RNA synthesis by Blastidín S. *Virology* 36:646-651. 1968.
17. HUANG, K. T., MISATO, T. and ASUYAMA, H. Effect of Blastidín S on protein synthesis of *Piricularia oryzae*. *Journal of Antibiotics (Tokyo)* 17:65-70. 1964.
18. LINDNER, R. C., KIRKPATRICK, H. C. and WEEKS, T. E. Comparative inhibition of

- virus multiplication by certain types of chemicals. *Phytopathology* 49:802-807. 1959
- 19 MATTHEWS, R. E. F. *Plant Virology*. New York. Academic Press 1970. 778 p
- 20 MCINTYRE, J. L., DODDS, J. A. and HARE, J. D. Effects of localized infections of *Nicotiana tabacum* by Tobacco mosaic virus on systemic resistance against diverse pathogens and an insect. *Phytopathology* 71:297-301. 1981.
- 21 OTAKE, N., TAKEUCHI, S., ENDO, T. and YONEHARA, H. The structure of Blastocidin S. *Tetrahedron Letters* 19:1411-1419. 1965.
- 22 SHIMOMURA, I. and HIRAI, T. The amount of lipids in tobacco leaves and the turnover in the course of Tobacco mosaic virus infection. *Phytopathologische Zeitschrift* 48:421-433. 1963
23. STANLEY, W. M. Chemical studies on the virus of tobacco mosaic III. Rates of inactivation at different hydrogenion concentrations. *Phytopathology* 25:475-492. 1935.
24. STANLEY, W. M. Chemical studies on the virus of tobacco mosaic IV. Some effects of different chemical agents on infectivity. *Phytopathology* 25:899-921. 1935
25. STANLEY, W. M. Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus. *Science* 81:644-645. 1935
- 26 TAKEUCHI, S., HIRAYAMA, K., UEDA, K., SASAI, H. and YONEHARA, H. Blastocidin S, a new antibiotic. *Journal of Antibiotics (Tokyo)* 11:1-5. 1958
27. THOMSON, W. T. *Agricultural Chemicals. Book IV: Fungicides.* 1973. 48 p
28. THORNBERRY, H. H. Effect of phosphate buffers on infectivity of Tobacco mosaic virus. *Phytopathology* 25:618-627. 1935
- 29 YAMAGUCHI, H., YAMAMOTO, C. and TANAKA, N. Inhibition of protein synthesis by blastocidin S. I. Studies with cell free system from bacterial and mammalian cells. *Journal of Biochemistry (Tokyo)* 57:667-677. 1965

L. A. UGALDE*
A. OTAROLA**

Summary

Overbark and underbark double-entry tables for total volume are presented for trees of *Eucalyptus camaldulensis* in Nicaragua as well as tables to a minimum top diameter of 5 cm. Data were collected from a total of 61 trees in four sites in different parts of Nicaragua, with ages between 2.8 and 5.0 years. Diameters at 1.3 m ranged from 5 to 20 cm, total heights from 6-18 m. The model $\ln v = f(\ln \text{diameter}, \ln \text{height})$ was selected for the four tables from the 15 linear regression models tested for estimation of volume. The model $\ln \text{height} = f(\ln \text{diameter}, \text{diameter})$ was selected from 12 linear regression models for estimating total height from diameter. The logarithmic models had consistently high correlation coefficients and the lowest values of the Furnival Index.

Introducción

E*ucalyptus camaldulensis* "Red river gum" es una especie ampliamente distribuidas en forma natural en Australia, principalmente a lo largo de los ríos, formando masas puras con un rango latitudinal de 15° 5' - 38°S, un rango altitudinal de 30-600 m y con precipitaciones entre 250-625 mm (1, 4)

Esta especie se ha introducido en muchos países tropicales y subtropicales como Italia, España, Pakistán, Uruguay, Argentina, Turkia, Israel, Kenya, Nigeria, Tanzania y Rhodesia (4, 7)

La madera de esta especie ha sido muy utilizada para leña, durmientes de ferrocarril, madera de construcción, y cortinas rompevientos. La madera posee una densidad de 0.6-0.8 y un valor calórico de 4.800 kcal/kg con buenos rendimientos en la producción de carbón (1, 4)

E. camaldulensis es considerado un árbol promotor para la producción de leña, debido a su gran rusticidad, crecimiento rápido y plasticidad demos-

trada en una gran variedad de sitios donde se ha plantado. Es una de las mejores especies para zonas pantanosas y muy utilizada para mejorar el drenaje. Esta especie está siendo plantada en proyectos para producción de leña en el oeste de África, como Upper Volta y Senegal (7). En Misiones, Argentina se ha utilizado en la producción de leña para combustible, y debido a la creación de bosques cercanos a poblaciones ha contribuido su abastecimiento a la provisión de un combustible con un poder calórico similar al de las mejores maderas (6)

En Nicaragua esta especie fue introducida hace aproximadamente ocho años a través de ensayos de introducción de especies y procedencias por la Misión Británica en este país (2). Con base en los buenos resultados obtenidos con esta especie, otros sectores productivos como las compañías bananeras, han establecido y aprovechado plantaciones de esta especie con el fin de utilizarlos como soportes aéreos en el banano. El proyecto de reforestación de la Cordillera de los Marabios en el occidente del país ha impulsado la plantación de cortinas rompevientos con esta especie. Instituciones privadas han establecido plantaciones para fines industriales (5)

Prevost (8) elaboró tablas de volumen para *E. camaldulensis* en Rhodesia, sin embargo en América Latina son escasos estos trabajos para esta especie. Con base en estas consideraciones se ha considerado importante la elaboración de tablas de volumen con

¹ Recibido para publicación el 2 de noviembre de 1983.

* Silvicultor, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Silvicultor, Managua, Nicaragua.

base en árboles jóvenes que faciliten la cubicación de rodales que pueden ser aprovechados en turnos cortos de rotación

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de tablas de volumen de doble entrada para *Eucalyptus camaldulensis* con y sin corteza para volumen total y para un diámetro mínimo de 5 cm en el extremo del fuste en cuatro sitios de Nicaragua (Cuadro 1).

Materiales y métodos

Para la elaboración de las tablas de volumen se escogió una muestra de 61 árboles en cuatro sitios diferentes correspondientes a clases diamétricas desde 5 cm hasta 20 cm y clases de altura de 6 m hasta 18 m (Cuadro 2). La muestra se limitó debido a que no se encontraron rodales de árboles con diámetros superiores

Cuadro 1. Localización y promedios de diámetro y altura de parcelas cercanas a donde se obtuvo la muestra de árboles de *Eucalyptus camaldulensis* para la elaboración de las tablas de volumen.

SITIO	Localización		Latitud norte	Longitud oeste	Elevación (msnm)	Tamaño de parcelas (ha)	Edad (años) a 10/81	Altura h (m)	Diámetro d (cm)	Número de árboles seleccionados por sitio
	Municipio	Dept.								
El Naranjo	Sébaco	Matagalpa	12° 24'	86° 08'	420	0.1	4.4	15.0	14.0	6
Manisa (Punta Nãata)	El Viejo	Chinandega	12° 45'	87° 09'	220	0.1	3.3	14.4	6.5-19.5	18
ACOSASCO (vivero de León) Montemar	León	León	12° 26'	86° 53'	110	...	5.0	--	--	9
	San Juan del Sur	Rivas	11° 07'	85° 45'	40	0.1	2.8	9.7	7.8	28
									5.5-10.7	

Cuadro 2. Distribución de clases y de alturas de los 61 árboles de *Eucalyptus camaldulensis* utilizados para la elaboración de las tablas de volumen.

D.A.P. (cm)	Clases de altura (m)														Total
	6.0*	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	>18.5	
5.0**	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6.0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
7.0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8.0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9.0	0	0	0	0	4	1	8	0	0	0	0	0	0	0	5
10.0	0	0	0	0	1	2	8	1	0	2	0	0	0	0	6
11.0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	4
12.0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	1	0	0	6
13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	2	1	1	0	8
15.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	4
16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	5
17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	7
18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
19.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	1	5	2	7	5	7	2	1	7	9	10	4	0	61

* 6.0 = 5.5 - < 6.5

** 5.0 = 4.5 - < 5.5

Los árboles seleccionados se cortaron dejando un tocón de aproximadamente 20 cm; seguidamente se les midió la altura total y para la cubicación se midieron los diámetros a cada 2 m con y sin corteza y a la última troza se le midió el diámetro en la sección media.

Análisis de los datos

Los datos de campo se analizaron en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, utilizando cuatro programas en lenguaje IBM 5150 BASIC. Para la obtención de volúmenes de árboles individuales se utilizó el programa denominado "VOLPROG", en el que se utilizó la fórmula de Smalian para la cubicación de las trozas y la fórmula del cono para la última media troza. Para frecuencias por clase de diámetro y altura se aplicó el programa "STANDTAB", mientras que para las regresiones lineales y la elaboración de las tablas de volumen se utilizó el programa "VOLREG". Los programas "SCATTERPLOT" y "TWOVARS" facilitaron los cálculos y las comparaciones gráficas entre volúmenes observados y estimados con base en 15 modelos de regresión y la elección de los modelos probados para la relación altura-diámetro.

Resultados

La muestra de árboles presentó un factor de forma promedio de 0.48 calculado con base en el volumen

total, con corteza. La Figura 1. muestra la relación diámetro-altura para la muestra de árboles utilizada.

De los 12 modelos probados en la regresión lineal para la relación diámetro-altura, el modelo 11 (Cuadro 3) al igual que el modelo 8 de los 15 modelos probados para el cálculo de los volúmenes fueron seleccionados. El Cuadro 4 muestra un ejemplo de los 15 modelos probados y el modelo seleccionado para la

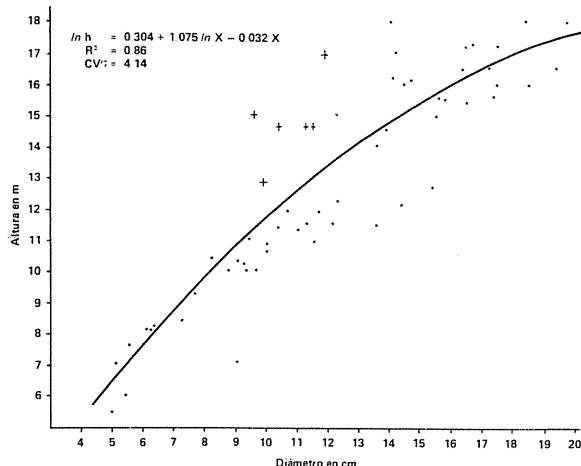


Fig. 1. Curva de regresión de la altura en función del diámetro para 61 árboles de *E. camaldulensis* en Nicaragua.

donde: X = diámetro a la altura del pecho (DAP)
 h = altura total en m
 ln = logaritmo natural, con base en e

Cuadro 3. Coeficiente de F, determinación (R²), Índice de Furnival (IF), coeficiente de variación en porcentaje (CV), valores de T y grado de significancia, para los diferentes modelos utilizados en la relación diámetro-altura total para *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Modelos probados	F	R ²	IF	CV%	T1	T2	T3
1 h = d	237.7***	0.80	1.50	11.27	15.42***	—	—
2 h = d + d ²	133.4***	0.82	1.44	10.78	4.98***	2.56*	—
3 h = d + d ² + d ³	87.4***	0.82	1.45	10.87	0.97	0.10	0.17
4 h = 1/d	212.1***	0.78	1.57	11.79	14.56***	—	—
5 h = 1/d + d	130.5***	0.82	1.45	10.87	2.34*	3.38**	—
6 d/h = d	59.5***	0.50	1.44	10.23	7.71***	—	—
7 d ² /h = d + d ²	478.0***	0.94	1.45	10.23	1.84	2.85**	—
8 1/h = d	187.8***	0.76	2.16	14.80	13.70***	—	—
9 ln h = d	234.5***	0.80	1.60	4.85	15.31***	—	—
10 ln h = ln d	333.2***	0.85	1.38	4.20	18.25***	—	—
11+ ln h = ln d + d	172.6***	0.86	1.36	4.14	4.80***	1.63**	—
12 h = ln d	267.5***	0.82	1.43	10.75	16.35***	—	—

* significancia al 5%
 ** significancia al 1%
 *** significancia al 0.1%
 + modelo seleccionado

donde: d = diámetro a la altura del pecho
 h = altura total
 ln = logaritmo natural con base en e
 T = valores de "t de student"

tabla de volumen total sin corteza. De la misma forma se hizo para las demás tablas de volumen.

Las ecuaciones estimadas correspondientes al modelo 8, para la elaboración de las tablas de volumen fueron:

Para volumen total:

$$cc: \ln v = 1.965 \ln d + 0.690 \ln h - 9.310$$

$$sc: \ln v = 1.444 \ln d + 1.518 \ln h - 10.369$$

Para un diámetro mínimo de 5 cm:

$$cc: \ln v = 2.196 \ln d + 0.772 \ln h - 10.177$$

$$sc: \ln v = 1.709 \ln d + 1.679 \ln h - 11.559$$

Donde: cc = con corteza y sc = sin corteza

Las tablas de volumen total y para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm, con y sin corteza se presentan en los Cuadros 5 a 8.

Uso de las tablas de volumen

Tomando como ejemplo un árbol con un diámetro promedio de 10 cm y una altura de 12 m y se de-

sea saber el volumen total con corteza, se toma la tabla para volumen total con corteza; la columna a la izquierda indica la clase diamétrica y la línea horizontal superior indica la clase de altura. Para el ejemplo propuesto, tomando la clase diamétrica de 10 cm y la clase de altura 12 m se obtiene un volumen de 0.046 m³. De igual forma puede obtenerse el volumen para cada uno de los árboles a ser cubicados para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm, con o sin corteza utilizando la respectiva tabla de volumen.

Para obtener el volumen de un rodal o parcela puede hacerse de diferentes formas, una es buscar los volúmenes individuales de cada árbol y sumarla. Otra forma es calcular el diámetro promedio con base en el área basal (diámetro de Laurie dg) y altura promedio y multiplicarlo por el número de árboles en el rodal. Una tercera forma es hacer una distribución diamétrica con los árboles que se van a cubicar, calcular el diámetro y altura promedio por clase diamétrica, obtener el correspondiente volumen en las tablas, multiplicarlo por el número de árboles en la clase diamétrica y sumar el volumen de las diferentes

Cuadro 4. Coeficiente de F, determinación (R²), Índice de Furnival (IF), coeficiente de variación en porcentaje (CV), valores de T y grado de significancia para los diferentes modelos utilizados para la elaboración de las tablas de volumen total sin corteza para *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Modelos probados	F	R ²	IF (x 10 ⁻³) (%)	CV	T1	T2	T3
1 v = d	471***	0.90	17.6	23.3	21.7***	-	-
2 v = d ₂ + d ²	411***	0.94	13.7	18.0	1.7	6.0	-
3 v = d ₂ ²	787***	0.94	13.9	18.4	28.1	-	-
4 v = d ₂ ² h	1485***	0.96	10.3	13.6	38.5***	-	-
5 v = d ₂ ² + h + d ₂ ² h	524***	0.97	10.0	13.2	1.2	1.8	5.6***
6 v = d ₂ ² + dh + d ₂ ² h	523***	0.97	10.0	13.2	1.6	1.7	4.4***
7 ln v = ln d	1680***	0.97	8.9	5.7	41.0***	-	-
8 ⁺ ln v = ln d ₂ + ln h	1936***	0.99	5.9	3.8	10.3***	8.2***	-
9 v = d + d ₂ ponderado para d ₂ ²	39***	0.60	9.0	16.5	3.1***	4.4***	-
10 v = d ₂ ² ponderado para d ₂ ²	43***	0.45	10.5	19.2	6.6***	-	-
11 v = d ₂ ² h ponderado para d ₂ ² h	26***	0.33	5.7	10.6	5.1***	-	-
12 v = d ₂ ² + h + d ₂ ² h ponderado para d ₂ ² h	85***	0.83	5.9	10.7	0.6	1.8	10.8***
13 v = d ₂ ² + h + d ₂ ² h ponderado para d ₂ ² h	10***	0.38	5.6	10.4	0.5	1.9	1.1
14 v = d ₂ ² + dh + d ₂ ² h ponderado para d ₂ ² h	89***	0.84	5.8	10.5	0.6	2.3*	9.8***
15 v = d ₂ ² + dh + d ₂ ² h ponderado para d ₂ ² h	11***	0.40	5.5	10.2	1.0	2.5*	1.8

* significancia al 5%

** significancia al 1%

*** significancia al 0.1%

+ Modelo seleccionado
donde: v = volumen total, sin corteza, en m³

d = diámetro a la altura del pecho, en cm

h = altura total, en m

ln = logaritmo natural, con base en e

T = valores de "t de student"

Cuadro 5. Cuadro de doble entrada para volumen* total con corteza para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Diam. (cm)***	Altura (m)**											
	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
6.0	0.0117	0.0128	0.0139	0.0150	0.0160	0.0170	0.0180	0.0189	0.0198	0.0207	0.0216	0.0225
7.0	0.0159	0.0174	0.0189	0.0203	0.0217	0.0230	0.0243	0.0256	0.0268	0.0281	0.0293	0.0304
8.0	0.0206	0.0226	0.0245	0.0264	0.0282	0.0299	0.0316	0.0333	0.0349	0.0365	0.0380	0.0396
9.0	0.0260	0.0285	0.0309	0.0332	0.0355	0.0377	0.0398	0.0419	0.0440	0.0460	0.0479	0.0499
10.0	0.0320	0.0351	0.0380	0.0409	0.0437	0.0464	0.0490	0.0516	0.0541	0.0566	0.0590	0.0613
11.0	0.0386	0.0423	0.0459	0.0493	0.0527	0.0559	0.0591	0.0622	0.0652	0.0682	0.0711	0.0740
12.0	0.0457	0.0502	0.0544	0.0585	0.0625	0.0663	0.0701	0.0738	0.0774	0.0809	0.0844	0.0878
13.0	0.0535	0.0587	0.0637	0.0685	0.0731	0.0776	0.0821	0.0864	0.0906	0.0947	0.0987	0.1027
14.0	0.0619	0.0679	0.0736	0.0792	0.0846	0.0898	0.949	0.0999	0.1048	0.1095	0.1142	0.1188
15.0	0.0709	0.0778	0.0843	0.0907	0.0969	0.1029	0.1087	0.1144	0.1200	0.1254	0.1308	0.1361
16.0	0.0805	0.0883	0.0957	0.1030	0.1100	0.1168	0.1234	0.1299	0.1362	0.1424	0.1485	0.1545
17.0	0.0907	0.0994	0.1076	0.1160	0.1239	0.1315	0.1390	0.1463	0.1534	0.1604	0.1673	0.1740
18.0	0.1015	0.1112	0.1207	0.1298	0.1386	0.1472	0.1555	0.1637	0.1717	0.1795	0.1872	0.1947
19.0	0.1128	0.1237	0.1342	0.1443	0.1541	0.1637	0.1730	0.1820	0.1909	0.1996	0.2081	0.2165
20.0	0.1248	0.1368	0.1484	0.1596	0.1705	0.1810	0.1913	0.2013	0.2112	0.2208	0.2302	0.2395

* Volumen en m³ donde: d = diámetro a la altura del pecho en cm

** 7 = 6.5 - < 5.5 h = altura total en m

*** 6 = 5.5 - < 6.5 v = volumen total con corteza

Modelo 8. $\ln v = 1.965 \ln d + 0.690 \ln h - 9.310$ ln = logaritmo natural, con base en e

Cuadro 6. Cuadro de doble entrada para volumen* total sin corteza para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Diam. (cm)***	Altura (m)**											
	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
6.0	0.0080	0.0098	0.0117	0.0138	0.0159	0.0182	0.0205	0.0229	0.0255	0.0281	0.0308	0.0336
7.0	0.0100	0.0123	0.0147	0.0172	0.0199	0.0227	0.0256	0.0287	0.0318	0.0351	0.0385	0.0420
8.0	0.0121	0.0149	0.0178	0.0209	0.0241	0.0275	0.0311	0.0348	0.0386	0.0426	0.0467	0.0509
9.0	0.0144	0.0176	0.0211	0.0247	0.0286	0.0326	0.0368	0.0412	0.0458	0.0505	0.0553	0.0603
10.0	0.0167	0.0205	0.0245	0.0288	0.0333	0.0380	0.0429	0.0480	0.0533	0.0588	0.0644	0.0703
11.0	0.0192	0.0235	0.0281	0.0330	0.0382	0.0436	0.0492	0.0551	0.0611	0.0674	0.0739	0.0806
12.0	0.0218	0.0267	0.0319	0.0375	0.0433	0.0494	0.0558	0.0624	0.0693	0.0765	0.0838	0.0914
13.0	0.0245	0.0300	0.0358	0.0420	0.0486	0.0555	0.0626	0.0701	0.0778	0.0858	0.0941	0.1026
14.0	0.0272	0.0333	0.0399	0.0468	0.0541	0.0617	0.0697	0.0780	0.0866	0.0955	0.1047	0.1142
15.0	0.0301	0.0368	0.0441	0.0517	0.0597	0.0682	0.0770	0.0862	0.0957	0.1055	0.1157	0.1262
16.0	0.0330	0.0404	0.0484	0.0567	0.0656	0.0748	0.0845	0.0946	0.1050	0.1158	0.1270	0.1385
17.0	0.0360	0.0441	0.0528	0.0619	0.0716	0.0817	0.0922	0.1032	0.1146	0.1264	0.1386	0.1512
18.0	0.0391	0.0479	0.0573	0.0673	0.0777	0.0887	0.1002	0.1121	0.1245	0.1373	0.1506	0.1642
19.0	0.0423	0.0518	0.0620	0.0727	0.0841	0.959	0.1083	0.1212	0.1346	0.1485	0.1628	0.1775
20.0	0.0456	0.0558	0.0667	0.0783	0.0905	0.1033	0.1167	0.1305	0.1450	0.1599	0.1753	0.1912

* Volumen en m³ donde: d = diámetro a la altura del pecho en cm

** 7 = 6.5 - < 5.5 h = altura total en m

*** 6 = 5.5 - < 6.5 v = volumen total sin corteza

Modelo 8. $\ln v = 1.444 \ln d + 1.518 \ln h - 10.369$ ln = logaritmo natural, con base en e

Cuadro 7. Cuadro de doble entrada para volumen con corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Diam. (cm)***	Altura (m)**											
	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
6.0	0.0087	0.0097	0.0106	0.0115	0.0124	0.0133	0.0141	0.0147	0.0157	0.0166	0.0173	0.0181
7.0	0.0123	0.0136	0.0149	0.0162	0.0174	0.0186	0.0198	0.0209	0.0221	0.0232	0.0243	0.0254
8.0	0.0164	0.0182	0.0200	0.0217	0.0233	0.0249	0.0265	0.0281	0.0296	0.0311	0.0326	0.0341
9.0	0.0213	0.0236	0.0259	0.0280	0.0302	0.0323	0.0343	0.0364	0.0384	0.0403	0.0423	0.0442
10.0	0.0268	0.0298	0.0326	0.0353	0.0380	0.0407	0.0433	0.0458	0.0483	0.0508	0.0533	0.0557
11.0	0.0331	0.0367	0.0402	0.0436	0.0467	0.0502	0.0534	0.0565	0.0596	0.0627	0.0657	0.0686
12.0	0.0401	0.0444	0.0486	0.0528	0.0568	0.0607	0.0646	0.0684	0.0722	0.0758	0.0795	0.0831
13.0	0.0477	0.0529	0.0580	0.0629	0.0677	0.0724	0.0770	0.0816	0.0860	0.0904	0.0948	0.0990
14.0	0.0562	0.0623	0.0682	0.0740	0.0797	0.0852	0.0906	0.0960	0.1012	0.1064	0.1115	0.1165
15.0	0.0654	0.0725	0.0794	0.0861	0.0927	0.0991	0.1055	0.1117	0.1178	0.1238	0.1297	0.1356
16.0	0.0753	0.0835	0.0915	0.0992	0.1068	0.1142	0.1215	0.1287	0.1357	0.1426	0.1495	0.1562
17.0	0.0861	0.0954	0.1045	0.1134	0.1220	0.1305	0.1388	0.1470	0.1550	0.1630	0.1708	0.1785
18.0	0.0976	0.1082	0.1185	0.1285	0.1383	0.1479	0.1574	0.1666	0.1758	0.1848	0.1936	0.2024
19.0	0.1099	0.1218	0.1334	0.1447	0.1558	0.1666	0.1772	0.1877	0.1979	0.2080	0.2180	0.2279
20.0	0.1230	0.1363	0.1493	0.1620	0.1743	0.1865	0.1983	0.2100	0.2215	0.2329	0.2440	0.2550

* Volumen en m³

** 7 = 6.5 - < 5.5

*** 6 = 5.5 - < 6.5

Modelo 8. $\ln v = 2.196 \ln d + 0.772 \ln h - 10.177$

donde: d = diámetro a la altura del pecho en cm

h = altura total en m

v = volumen con corteza para un diámetro mínimo de 5 cm

ln = logaritmo natural, con base en e

Cuadro 8. Cuadro de doble entrada para volumen sin corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Diam. (cm)***	Altura (m)**											
	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
6.0	0.0054	0.0067	0.0082	0.0098	0.0114	0.0132	0.0151	0.0172	0.0193	0.0215	0.0238	0.0262
7.0	0.0070	0.0087	0.0106	0.0127	0.0149	0.0172	0.0197	0.0223	0.0251	0.0279	0.0309	0.0340
8.0	0.0088	0.0110	0.0134	0.0159	0.0187	0.0217	0.0248	0.0280	0.0315	0.0351	0.0389	0.0428
9.0	0.0107	0.0134	0.0163	0.0195	0.0229	0.0265	0.0303	0.0343	0.0385	0.0429	0.0475	0.0523
10.0	0.0128	0.0161	0.0196	0.0233	0.0274	0.0317	0.0363	0.0411	0.0461	0.0514	0.0569	0.0626
11.0	0.0151	0.0189	0.0230	0.0275	0.0322	0.0373	0.0427	0.0483	0.0543	0.0605	0.0670	0.0737
12.0	0.0175	0.0219	0.0267	0.0319	0.0374	0.0433	0.0495	0.0561	0.0630	0.0702	0.0777	0.0855
13.0	0.0201	0.0251	0.0306	0.0366	0.0429	0.0497	0.0568	0.0643	0.0722	0.0805	0.0891	0.0981
14.0	0.0228	0.0285	0.0348	0.0415	0.0487	0.0564	0.0645	0.0730	0.0820	0.0914	0.1011	0.1113
15.0	0.0257	0.0321	0.0391	0.0467	0.0548	0.0634	0.0725	0.0821	0.0922	0.1028	0.1138	0.1253
16.0	0.0286	0.0358	0.0437	0.0521	0.0612	0.0708	0.0810	0.0917	0.1030	0.1148	0.1271	0.1399
17.0	0.0318	0.0398	0.0484	0.0578	0.0679	0.0785	0.0898	0.1017	0.1142	0.1273	0.1410	0.1551
18.0	0.0350	0.0438	0.0534	0.0639	0.0748	0.0866	0.0991	0.1122	0.1260	0.1404	0.1554	0.1711
19.0	0.0384	0.0481	0.0586	0.0699	0.0821	0.0950	0.1086	0.1230	0.1382	0.1540	0.1705	0.1876
20.0	0.0419	0.0525	0.0640	0.0763	0.0896	0.1037	0.1186	0.1343	0.1508	0.1681	0.1861	0.2048

* Volumen en m³

** 7 = 6.5 - < 5.5

*** 6 = 5.5 - < 6.5

Modelo 8. $\ln v = 1.709 \ln d + 1.679 \ln h - 11.559$

donde: d = diámetro a la altura del pecho en cm

h = altura total en m

v = volumen sin corteza para un diámetro mínimo de 5 cm

ln = logaritmo natural, con base en e

clases diamétricas. La escogencia de estas alternativas dependerá de la precisión que se desea tener.

Conclusión

Los modelos logarítmicos seleccionados para la elaboración de las tablas de volumen así como para la relación diámetro-altura presentaron coeficientes de determinación altos e Índices de Furnival y coeficientes de variación más bajos, dando un buen ajuste y una mejor predicción de las variables relacionadas en comparación con los restantes modelos probados.

Debido a que las tablas de volumen elaboradas en el presente trabajo están basadas en una muestra de árboles tomada de plantaciones pequeñas en diferentes sitios del país se recomienda su uso en plantaciones en las que la relación diámetro-altura de los árboles sea parecido al de la muestra estudiada. El uso de estas tablas en otras plantaciones con desarrollo diferente puede resultar riesgoso.

Resumen

Se elaboraron tablas de volumen total con y sin corteza, para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm, en árboles de *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Se seleccionó una muestra de 61 árboles con edades entre 2.8 y 50 años en cuatro sitios diferentes del país, correspondientes a clases diamétricas desde 5 cm hasta 20 cm y clases de altura de 6 m hasta 18 m. Para la estimación del volumen se probaron 15 modelos matemáticos seleccionándose el modelo $\ln v = f(\ln \text{diámetro}, \ln \text{altura})$. Para la relación diámetro-altura se probaron 12 modelos matemáticos, seleccionándose el modelo $\ln h = \ln d + d$. Ambos modelos mostraron consistentemente coeficientes de correlación altos y los valores más bajos para el Índice de Furnival.

Literatura citada

1. ELDRIDGE, K. G., comp. An annotated bibliography of genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis* (Formerly 'Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics'). Oxford, England, Commonwealth Forestry Institute Tropical Forestry Paper No. 8, 1975. 59 p.
2. EVANS, H. B. L., comp. British Forestry Mission, Nicaragua. Species and provenance trials 1972-1977. London, Ministry of Overseas Development, 1977. 34 p.
3. FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science* 7(4):337-341. 1961.
4. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Eucalyptus for planting*. 2ed. Roma, 1976. 398 p.
5. GOMEZ LAZO, D. A. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1981. 166 p.
6. MANGIERI, H. R. y DIMITRI, M. J. Los eucalip-tos en la silvicultura. Buenos Aires, 1961. 226 p.
7. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Firewood crops; shrub and tree species for energy production*. Washington, D. C. 1980. pp. 126-127.
8. PREVOST, M. J. Volume tables for *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus camaldulensis* in Rhodesia. Rhodesia Forestry Commission Research Bulletin No. 5. 1974. 54 p.

Notas y comentarios

El RNA catalizador

En los últimos años se ha acumulado evidencia de que los ácidos ribonucleicos (RNAs) pueden actuar, al igual que las enzimas, como catalizadores en reacciones bioquímicas. Investigadores de la Universidad de Yale han presentado prueba concluyente de que realmente existe el RNA catalizador (*Cell*, Vol. 35, p. 849), un descubrimiento que seguramente llegará a ser reconocido como un hito importante en la historia de la bioquímica.

Como sabemos, los RNA son moléculas de ácido nucleico que sirven de intermediarios entre los genes y las proteínas. La información genética codificada en el DNA, es copiada en hilos de RNA. Un tipo de RNA, el RNA mensajero, va entonces a dirigir la manufactura de moléculas específicas de proteína. Otro tipo, conocido como RNA de transferencia, lleva los aminoácidos apropiados al sitio en que se construye la proteína, mientras que una tercera categoría, RNA ribosomales, forman parte de complejos de proteína y RNA, llamados ribosomas, de los cuales se elaboran las proteínas. Al estudiar este último grupo, que comprenden también a unos RNAs pequeños, se encontraron los primeros indicios de esta actividad catalítica (véase *Turrialba*, Vol. 27, p. 46).

En 1982, Thomas Cech y colegas de la Universidad de Colorado, presentaron la primera evidencia firme de que el RNA podría actuar como catalizador. Descubrieron un pedazo de RNA que actuaba como auto-

catalizador, acelerando una reacción química en la que tomaba parte el mismo RNA (*Cell*, Vol. 31, p. 147). Al principio, hubo cierta actitud reluctante ante este hallazgo, pero pronto fue confirmado por el equipo investigador de Sidney Altman, de la Universidad de Yale, en colaboración con científicos del Hospital Nacional Judío de Denver, Colorado. En diciembre de 1983, informó que el RNA purificado del complejo catalítico RNA-proteína podía catalizar la reacción que procesa otras moléculas de RNA para obtener el RNA de transferencia, en ausencia de una proteína. Aparentemente, había descubierto un RNA que actúa como un verdadero catalizador, al acelerar una reacción química de la cual emerge intacto y listo para repetir el proceso (*Cell*, Vol. 35, p. 849).

Pero todavía quedaba la posibilidad de que el RNA de Altman no fuese completamente puro, sino que contenía trazas de proteína, las que podrían ser responsables de la catálisis. Esta posibilidad ha sido ahora eliminada mediante la producción del RNA directamente de su gen purificado, lo que resultó en moléculas de RNA que nunca habían estado cerca de las proteínas con las que normalmente se asocian en la célula. El hecho de que este RNA recién elaborado pueda también catalizar la reacción apropiada es prueba convincente de que el RNA catalizador realmente existe (*Science*, Vol. 223, p. 285).

Entre otras posibilidades, este descubrimiento sugiere que algunas de las muchas moléculas pequeñas de RNA de función desconocida, que se encuentran dentro de las células, y que han sido estudiadas hace pocos años, también en Colorado, por Lester Goldstein (*Nature*, Vol. 261, p. 151), pueden jugar papeles importantes como catalizadores. A. Gorbitz.

COMUNICACIONES

Effect of cycocel on seedlings of cacao (*Theobroma cacao* L.).

Resumen. Se estudió el efecto del cicocel (cloruro de 2-cloroetil trimetil-amonio) sobre plántulas de cacao sometidas a deficiencia de agua. El reactivo mantuvo la turgencia de las hojas. En las plántulas bajo condición de sequía la acumulación de prolina fue menor que en el testigo mientras que la actividad de la reductasa del nitrato fue mayor. Se discute el efecto del cicocel en plántulas de cacao bajo condiciones de sequía y en período de recuperación.

Cycocel (2-chlorethyl trimethylammonium chloride), a powerful growth retardant is reported to have beneficial effects on plants under stress environments (2,4). Cacao plants are sensitive to water stress and periods of drought from December to April in coastal India lowering the yield. Hence, a study has undertaken to study the effects of foliar application of cycocel on cacao seedlings under stress conditions with reference to growth and some metabolic parameters sensitive to water stress.

Material and methods

Seedlings were raised in polyethylene bags containing 1:1 mixture of garden soil and farm yard manure. The experiments were conducted in 3-month old seedlings. Cycocel (1000 ppm) was sprayed 4 times at 3 day intervals before stress treatment started. Water stress was induced by with-holding irrigations for 7 days. Measurements of leaf expansion was taken in 2-3 young leaves from 10 plants in each treatment. For biochemical analysis each treatment was divided into 2 replicates of 6 plants each. Fully expanded

mature leaves were sampled from each plant and pooled in each replicate. Proline was extracted and estimated by the method of Bates *et al* (1). The Nitrate reductase (NR) activity was assayed by *in vivo* procedure (5). The relative water content (RWC) was determined by the method described by Weatherly (10). The experiment was repeated twice and statistically analysed wherever necessary.

Results and discussion

The results of the effect of cycocel treatment are presented in Table 1. The leaf expansion rate, though lower than in control before stress, was markedly improved under stress and recovery periods in cycocel treated plants. Increased growth by cycocel under drought has been reported (4). The RWC was maintained at higher levels in cycocel treated plants under stress conditions. Since turgidity was maintained, leaf growth was also relatively unaffected.

The proline content increased nearly 10-fold under stress in control, while cycocel (1000 ppm) treated plants had only 3-fold increase, and this declined sharply during recovery. Since the first discovery of accumulation of proline in leaves (6), it has been reported in several annual crops, but very scanty information is available in plantation crops (3, 7). In cereals, the tendency to accumulate more proline was accompanied by better adaptation to drought tolerance (9). It appears from the present results that the level of proline accumulated indicated degree of stress. As the turgidity of leaves was maintained under stress due to cycocel treatment, the proline

Table 1. Effect of cycocel on cacao seedlings.

Treatment	Pre-stress	Stress	Recovery
Relative water content (%)			
Control	87.9	48.9	87.8
Cycocel	87.0	84.4	92.7
SD	0.61	19.42	2.83
Leaf expansion rate (cm/day)			
Control	1.49	0.87	1.03
Cycocel	1.09	1.88	1.65
CD	0.38	0.35	0.50
Proline content ($\mu\text{g/g}$ fresh wt)			
Control	54.0	908.0	123.0
Cycocel	78.0	210.0	80.0
SD	10.8	355.9	22.1
NR activity ($\mu\text{M NO}_2^-/\text{g}$ fresh wt/h)			
Control	7.5	5.6	4.9
Cycocel	8.0	7.8	6.8
SD	0.7	1.3	0.9

content also did not show any marked increase. It is reasonable to assume that as the growth was comparatively better in cycocel treated plants, the proline might be utilized more efficiently in the protein synthesis required for such developmental process. Such correlations with regard to proline, growth and leaf rolling have been reported recently (8).

The NR activity in cacao was inhibited due to stress. The cycocel treated plants showed higher NR activity on fresh weight basis compared to control during stress period. The retention of NR activity can be explained by assuming that the metabolic activities of leaf are maintained at a higher rate under cycocel effect due to the maintenance of higher RWC which enabled efficient electron supply for nitrate reduction. Growth amelioration and better metabolic activity under stress with foliar cycocel application thus indicates that the chemical can be employed as a spray on cacao plants during periods of drought.

Summary

The effect of cycocel (2-chloroethyl trimethylammonium chloride) on water stressed cacao seedlings was studied. The chemical maintained the leaf turgidity. Proline accumulation was lesser as compared to controls and there was higher retention of nitrate reductase activity in leaves of plants under drought. The role of cycocel in cacao seedlings under stress and recovery is discussed.

Acknowledgements

Thanks are due to Mr. S. Bhagavan and Mr. B.P. Nair for analysis of data and Mr. Poovani Gowda for technical assistance.

August 10, 1983

D. BALASIMHA*
N. SUBRAMONIAN*

* Central Plantation Crops Research Institute, Regional Station, Vittal 574 243, India

Literature cited

- BATES, L. S., WALDREN, R. P. and TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39:205-207. 1973.
- BIRECKA, H. and ZEBROWSKI, Z. Influence of (2 chloroethyl) trimethylammoniumchloride (CCC) on photosynthetic activity and frost resistance of tomato plants. *Bulletin de Academic Polonaise des Sciences Serie des Sciences Biologiques* 14:367-373. 1966.
- CHEN, D. KESSLER, B. and MONESELISE, S. P. Studies on water regime and nitrogen metabolism of citrus seedlings grown under water stress. *Plant Physiology* 3:379-386. 1964.
- HALEVY, A.H. and KESSLER, B. Increased tolerance of bean plants to soil drought by means of growth retarding substances. *Nature* 197:310. 1963.
- JAWORSKI, E. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 43:1274-1279. 1971.
- KEMBLE, A. R. and MACPHERSON, H. T. Nitrogen metabolism of rye grass. *Biochemical Journal* 53:46-49. 1954.
- LEVY, Y. Field determination of proline accumulation and water stress in lemon trees. *Hortscience* 15:302-303. 1980.
- RAJAGOPAL, R. and MADSEN, A. Barley leaf unrolling: the proline connection. *Physiologia Plantarum* 51:7-12. 1981.

9. SINGH, T.N., ASPINALL, D. and PALEG, L.G. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: a potential metabolic measure of drought resistance. *Nature New Biology* 236:188-190 1972
10. WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of cotton. I. the field measurement of water deficits in leaves. *New Phytologist* 49:81-97. 1950.

Comparison of indices of plant water status in two (*Celosia argentea* L. and *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell) tropical leaf vegetables.

Resumen. Se estudió la relación entre los índices de contenido de humedad foliar conocida como contenido de humedad relativa (RWC), potencial osmótico, potencial de humedad foliar y la resistencia a la difusión de vapor de agua en la hoja (LDR). Las comparaciones entre índices se hicieron entre *A. dubius* y *C. argentea* creciendo la humedad de campo (lujuria) y humedad restringida (inadecuada).

Las relaciones fueron diferentes entre hojas jóvenes (superiores) y maduras (inferiores) y entre las dos hortalizas creciendo a diferentes contenido de humedad.

El potencial de humedad foliar en las hojas jóvenes es menor que en las maduras de *A. dubius*, proceso inverso cuando la planta crece con poca agua. Las hojas de *C. argentea* presentan un comportamiento similar, cuando crecen a capacidad de campo, incrementando significativamente en las hojas jóvenes bajo humedad restringida. Por cada unidad de descenso en el RWC en ambas especies, *A. dubius* sufrió una pérdida mayor en el potencial de humedad foliar que *C. argentea*.

Para un valor dado de RWC, el LDR en plantas creciendo a humedad de campo mostró ligeros aumentos en *A. dubius* y ninguno en *C. argentea* tanto en hojas jóvenes como maduras. El LDR fue mayor en las hojas jóvenes de ambas especies sometidas a déficit de humedad.

Several researchers (5, 6, 7, 8, 12, 13), have studied the effect of plant water status on physiological processes. Four indices of water status are often used: leaf relative water content (RWC), sap osmotic potential (π), leaf tissue water potential (Ψ), and leaf water vapour diffusion resistance (LDR).

Shepherd (6, 7, 8), reported that the relationships between the indices and transpiration are not simple. However, it is worthwhile trying to elucidate the relationships because of their relevance to study of water movement in plants, plant growth analysis and modelling, and resistance to drought.

This paper compares the response of two tropical leaf vegetables. *Amaranthus dubius* and *Celosia argentea*, grown under conditions of field capacity and at limited water supply. The comparisons of relationships between the indices are made within and between the plant species.

Material and methods

Seeds of *A. dubius* and *C. argentea* were sown in sandy clay loam soil (20.6% clay) at the University of Ife Agricultural Farm, Ile-Ife.

The indices of plant water status considered are:

— leaf relative water content (RWC), which is the moisture content as a percentage of the fully saturated moisture content, was estimated according to Barrs (1):

— sap osmotic potential and leaf tissue water potential were determined using a simple thermocouple psychrometer as described by Shepherd (8): and

— leaf water vapour diffusion resistance (LDR) was measured between 0900-1600 hours on young (upper) and old (lower) leaves attached to the parent plant, using an aspirated diffusion prometer as described by Byrne *et al* (2).

The first three indices were determined at 0900 and 1200 hours each day; and at two other times on three days per week on detached leaves. Each determination was carried out on young (upper) and old (lower) leaves, excluding damaged and senescent ones.

The experimental period for both species extended from the first week to the tenth week after germination, when the plants were harvested.

The two species were supplied with water at two levels. The treatments were imposed on two replicates of each species. One replicate of each species was watered so that the soil was approximately kept at field capacity, which will be referred to as 'luxury' plants. The other replicate was supplied water at one week intervals, resulting in frequent wilting, which will be referred to as 'inadequate' plants.

Linear regression analysis was used in fitting straight line relationships, and curves were fitted by inspection since this paper is concerned with their relative locations rather than with their shapes.

Results

The relationships of RWC to sap osmotic potential and leaf water potential

For a given RWC in *A. dubius*, osmotic potential was significantly lower for young than for old leaves of the luxury plants ($P < 0.01$) with means -25 and -19 bars respectively. The difference was not significant in the inadequate plants, although the osmotic potential was slightly lower for younger leaves than for older leaves. The corresponding leaf water poten-

tial values (Figures 1a and 1b) were significantly lower in young leaves than in old ones in the luxury plants ($P < 0.01$), whereas the reverse is true for the inadequate.

The osmotic potential of *C. argentea* young leaves at all times was generally about 1 bars lower in the old leaves for both the luxury plants ($P < 0.01$) and the inadequate plants ($P < 0.01$). The corresponding values of leaf water potential (Figures 1c and 1d) were similar for the young and old leaves of the luxury plants, whereas in the inadequate plants the values were significantly higher ($P < 0.01$) for young leaves as compared to old leaves. As with *A. dubius* plants, reversal of the relationships of osmotic potential and leaf water potential to RWC was greater for the inadequate than for the luxury plants.

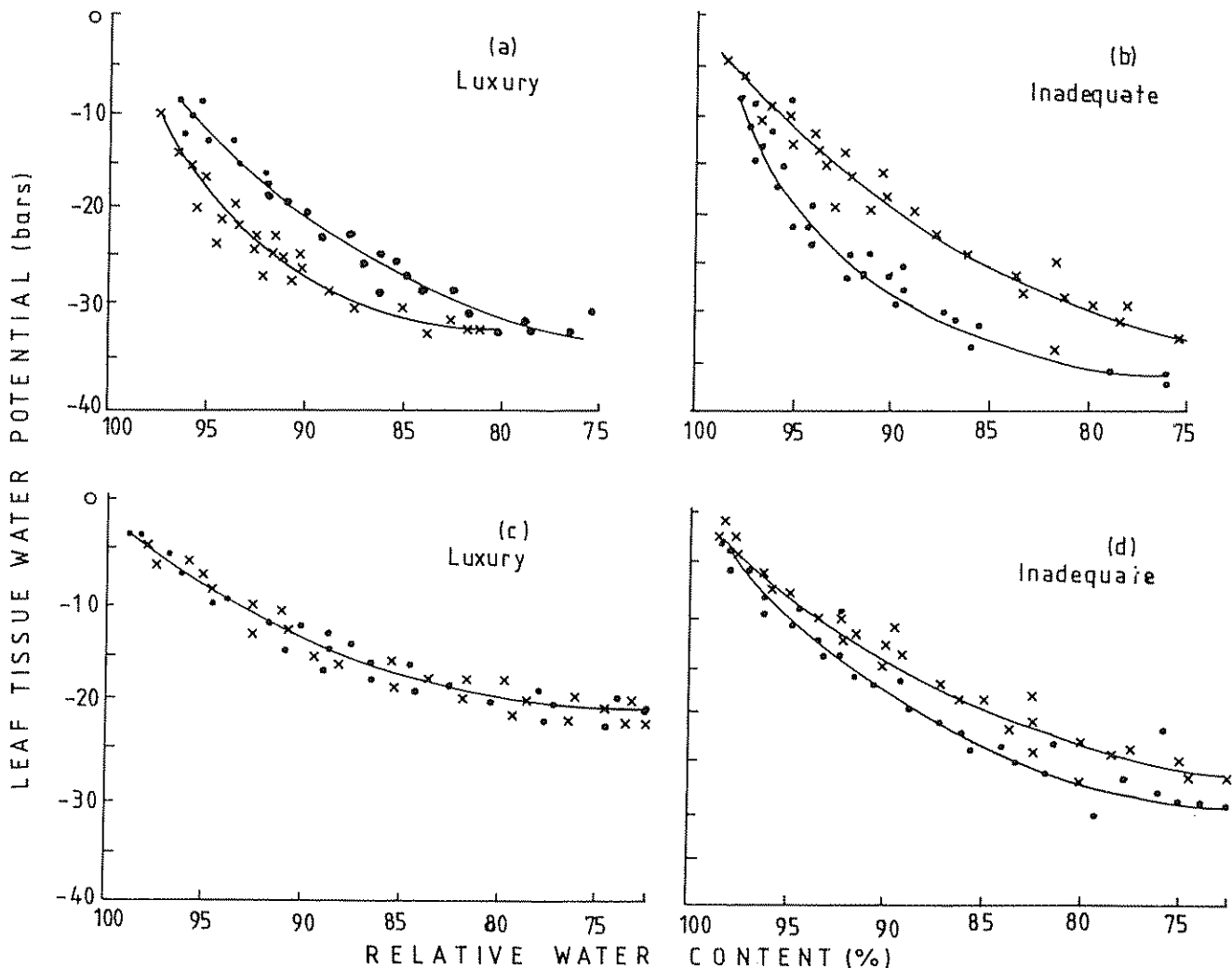


Fig 1 Relations between RWC and leaf tissue water potential for younger (x) and older (•) leaves (a) and (b) *Amarantus dubius*, (c) and (d) *Celosia argentea*

The relationships of RWC to leaf water vapour diffusion resistance (LDR)

In the luxury *A. dubius* plants, at a given RWC, the LDR of the young leaves was less than for the old leaves ($P < 0.01$), whereas in the inadequate plants, LDR was greater for the young leaves (Figures 2a and 2b).

In *C. argentea* at a given level of RWC, the values of LDR for young and old leaves were similar in the luxury and inadequate plants, but the LDR was greater for young than for old leaves of the inadequate plants (Figures 2c and 2d).

Discussion

Although the water potential of a cell at a given transpiration rate is directly determined outside its boundaries (by upstream resistances) each cell does directly determine its corresponding turgor pressure through the concentration of the free solution in its

vacuole and cytoplasm. Movement of water within plant tissues is normally along gradients of decreasing leaf water potential. Therefore, since transpiration is mainly from the more exposed parts of the plants, lower leaf water potential might be expected in the younger leaves. In the 'luxury' *C. argentea* plants (Figure 1c), there was no difference between the leaf water potential of young and old leaves for a given RWC; whereas in the luxury *A. dubius* plants (Figure 1a), the leaf water potential was lower in young leaves than in old ones for a given RWC. On the other hand, in the inadequate *A. dubius* and *C. argentea* plants, a decrease in leaf water potential from old to young leaves occurred only if the RWC of the young leaves was appreciably lower than that of the old leaves (Figures 1b and 1d). Thus the requirement for lower RWC of young (upper) leaves to ensure the gradient of leaf water potential necessary for transpiration, appeared to be more stringent in inadequate plants. In Figure 2a and b, smaller values of LDR were observed in young (upper) than in lower (old) leaves at corresponding RWC, in luxury *A. dubius* but

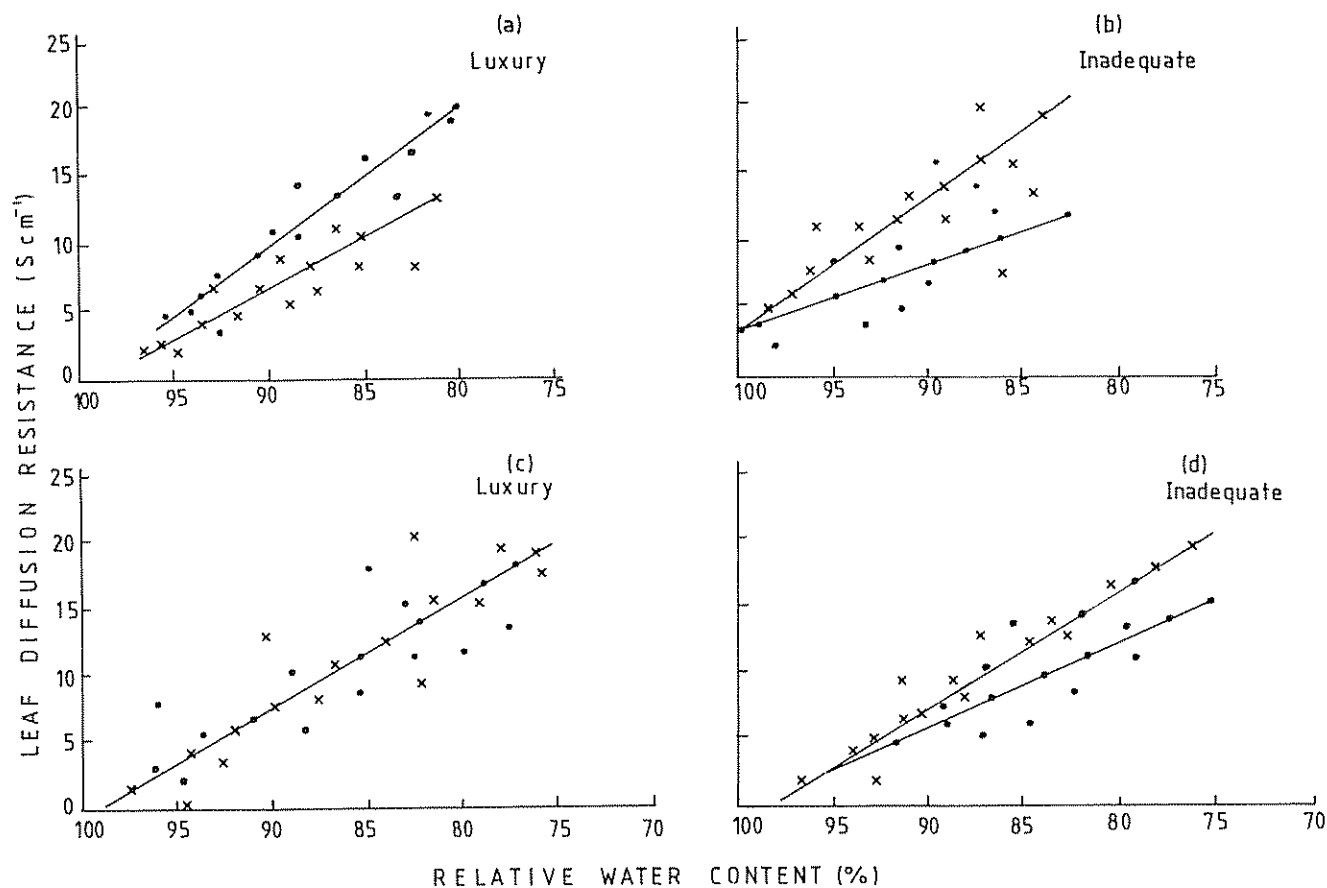


Fig 2 Relations between relative water Content and Leaf diffusion resistance for younger (x) and older (*) Leaves (a) and (b). *Amarantus dubius*. (c) and (d) *Celosia argentea*

not in inadequate *A. dubius*. Similarly, with the inadequate *C. argentea* the young leaves had higher LDR values than the old ones at the same RWC, although this effect might only be sufficient to nullify the generally smaller LDR of the old leaves of the inadequate *C. argentea*, compared with the luxury plants (Figures 2c and d).

Per unit decrease of RWC in the two species, *A. dubius* recorded greater decrease of leaf water potential than *C. argentea* plants (Figure 1). Several researchers (3, 4, 9, 11, 12, 13) have claimed that larger decreases of leaf water potential per unit decrease of RWC, as observed in *A. dubius* and *C. argentea*, confer drought resistance. Warren Wilson (10), Wenkert *et al* (13) and Wenkert (12) suggested that the loss of cell wall elasticity, which could promote this relationship, is likely to result from drought conditions. Wenkert (12) went further to suggest that water loss in conjunction with an increase in replacement of water volume with insoluble compounds could lead to large changes in leaf water potential without changes in the elastic modulus and total volume of the cell. And that, this may be the mechanism for the decreased leaf water potential as per unit decrease in RWC in stressed plants. Such drought-tolerance has significant physiological and agronomic consequences. During crop production, and in plant-nursery practice, it may result either from unavoidable or from intentionally imposed water stress. During crop production in the tropics this situation may arise as a result of prolonged dry season. The present study shows little change of the general RWC- leaf water potential of each species as a result of inadequate water supply. Also in both species, physiological process was affected indirectly by sudden closing of stomata at RWC greater than 97% in the inadequate plants.

Also in this study, it was observed that the osmotic potential of *C. argentea* young leaves at all times was generally about 2 bars lower than in the old leaves for both luxury and inadequate plants; and the corresponding leaf water potential was similar for the young and old leaves of the luxury plants but higher for young leaves of the inadequate plants (Figures 1c and 1d). Shepherd (8) noted that the difference in this relationship for osmotic potential and leaf water potential is due to the ability of the more elastic cells of the young leaves to sustain wall pressure as RWC decreases. With the luxury *C. argentea* plants in this experiment, it appears that the contraction or stiffening of cell wall in the old leaves was only enough to nullify but not to reverse, the effect of osmotic potential difference in the two leaf regions.

It is observed in this study, as was noted by Shepherd (9), Cutler and Rains (3), Wenkert *et al*

(13), Wenkert (12), that the relationships between RWC and both leaf water potential and LDR suggest that plants raised with insufficient or limited water supply developed in ways that tend to restrict transpiration during subsequent dry or drought periods.

Summary

The relationships between four indices of water status of plants—relative water content (RWC), sap osmotic potential, leaf tissue water potential and leaf water vapour diffusion resistance (LDR), were considered between and within *A. dubius* and *C. argentea* at field capacity (luxury) and at limited water supply (inadequate).

The relationships were different for young (upper) and old (lower) leaves of plants, and for different leaf vegetables grown under various water treatments.

The leaf water potential is lower for young than old leaves of luxury *A. dubius* plants, whereas the reverse is true for inadequate plants. That of *C. argentea* was similar for young and old leaves of the luxury plants and significantly increased for young leaves of the inadequate plants. Per unit decrease of RWC in the two species, *A. dubius* recorded greater decrease of leaf water potential than *C. argentea*.

For a given RWC, the LDR of luxury plants, showed small increases in *A. dubius* and no difference in *C. argentea* from old to young leaves. The LDR of inadequate plants was greater for the young leaves in both species.

The possible relevance of these relationships to drought resistance is briefly considered.

December 9, 1983

F. O. ADEDEJI*

* Department of Botany, University of Ife, Ile-Ife, Nigeria

Literature cited

1. BARRS, H. D. Determination of water deficits in plant tissues. *Water Deficits and Plant Growth*, Vol. I ed T. T. Kozlowski. Academic Press, New York. pp. 235-379. 1968.
2. BYRNE, G. F., ROSE, C. W. and SLATYER, R. O. *Agricultural Meteorology*, 7:39-44. 1970.
3. CUTLER, J. M. AND JARVIS, M. S. *Physiology Plantarum*, 42:261-268. 1978.

4. JARVIS, P. G. and JARVIS, M. S. *Physiology Plantarum*. 16:501-516. 1963.
5. KOZLOWSKI, T. T. *Water Deficits and Plant Growth*, Vols. I-III. Academic Press, New York. 1968.
6. SHEPHERD, W. *Water Resources Res.* 8:1 092-1 095. 1972.
7. SHEPHERD, W. *Agricultural Meteorology* 11:213-222. 1973a.
8. SHEPHERD, W. *Journal of Experimental Botany* 24:1 003-1 013. 1973b.
9. SHEPHERD, W. *Journal of Applied Ecology*. 13:205-209. 1976.
10. WARREN WILSON, *Journal Aust. J. Biology Sci.* 20:349-357. 1967.
11. WEATHERLEY, P. E. and SLATYER, R. O. *Nature*, London 179-1 085. 1957.
12. WENKERT, W. *Environmental Experimental Botany* 21:231. 1981.
13. WENKERT, W., LEMON, E. R. and SINCLAIR, T. R. *Annals of Botany* 42:295-307. 1978.

Changes in the hormonal balance during seedling growth under salt stress in pigeon pea (*Cajanus cajan*, L.).

Resumen. Se estudió la variación del nivel de reguladores del crecimiento en los primeros estadios de crecimiento de plántulas de *C. cajan*, bajo concentraciones isotónicas de NaCl y Na₂SO₄. Ambas sales redujeron inicialmente el nivel de los promotores del crecimiento, con un aumento simultáneo en inhibidores del tipo ABA. Posteriormente se observó un incremento gradual en sustancias del tipo de la giberlina y la citoquinina y una reducción en sustancias del tipo ABA con el crecimiento de las plántulas, las cuales mostraron una recuperación en los períodos posteriores. Sin embargo, la inhibición se perpetuó durante todo el estudio, con un efecto más marcado del Na₂SO₄ que del NaCl.

Salinity affect plant growth and influence several facets of plant metabolism. Several reports indicate changes in the levels of endogenous growth regulators

under stress conditions. Ramana (11) observed measurable reduction in gibberellin activity under saline conditions in groundnut, and a reduced cytokinin activity in root exudate was observed when plants were subjected to water deficits (4) or to salt stress (5,9). Increased levels of ABA were reported to accumulate under water stress (8). Most of the earlier studies indicate that changes in hormonal balance during saline conditions depend more on the total concentration of soluble salts than on specific ions (7). Nevertheless this by no means rules out the possibility of a direct effect of salt on hormone levels (6).

The effect of salinity on plants varies depending on the phase of development. There is a lack of general relationship between the relative salt effect on germination and later phases of seedling growth. Studies on the influence of specific ions on the hormonal balance during a period of growth are scanty. Hence the present investigation is designed to study the effect of isotonic concentrations of NaCl and Na₂SO₄ salts on initial and subsequent changes in the endogenous levels of growth regulators during early seedling growth in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.).

Material and methods

Plan Material: Healthy seeds of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) were surface sterilized with 0.1% HgCl₂ for 2-3 min and thoroughly washed with distilled water. Petridishes containing the seeds were lined with filterpaper and were divided into three sets. The first two sets were separately treated with iso-tonic solutions of NaCl and Na₂SO₄ (2.9 atmospheric pressure) and the third set which served as control, received distilled water. Five replicate samples were maintained for each treatment. Fifty germinated seeds were allowed to grow at 29 ± 2°C in each petridish. The salt solutions were renewed daily to prevent evaporation losses and contamination. The endogenous levels of gibberellin and cytokinin-like substances and ABA-like inhibitors and growth patterns relating to fresh and dry weights and root and shoot lengths were determined in zero-, 3-, 6-, and 9- day old seedlings.

Extraction and purification

Growth regulators were extracted and chromatographed according to the method of Rudnicki and Nowak (14). Fifty grams of plant material (whole of seedling) were homogenized in 200 ml of 80% (v/v) methanol. The water residue was acidified to pH 2.5 and extracted with ethyl acetate. The combined ethyl acetate extracts were washed with 4% (w/v) sodium bicarbonate. The bicarbonate phase was readjusted to pH 2.5 and again extracted with ethyl acetate. The

ethyl acetate fraction was evaporated until dry and dissolved in methanol. Ten grams equivalent of this final sample were line-loaded on Whatman No. 1 chromatography paper.

The cytokinin containing aqueous phase was evaporated to volume of 20 ml and passed through a Dowex 50 W-X-4H (50-100 mesh) and eluted with 2N aqueous ammonia. The ammonia was evaporated under vacuum to a small volume and line-loaded on Whatman No. 1 paper.

Chromatography and bioassay

The dry residues of ethyl acetate and ammonia fractions on the chromatographic paper were developed in a mixture of isopropanol:ammonia:water (10:1:1 by vol.) They were then air-dried and cut into 10 equal R_f zones and bioassayed for determination of growth regulators.

The biological activity of gibberellins was evaluated on the basis of cucumber hypocotyl elongation bioassay (12). The presence of cytokinin activity was determined with cucumber cotyledon greening bioassay (3). Wheat coleoptile straight growth bioassay was carried out for ABA-like inhibitors (13).

Results

As shown in Table 1, the linear growth and fresh and dry weights of the seedlings decreased markedly in both salt treatments, but the effect of Na_2SO_4 was slightly more pronounced than NaCl. Shoot length rather than the root length was more affected by salt treatments. Relatively slow pace of growth and more water accumulation was observed in treated plants during the initial stages of growth.

Changes in the growth regulators

In the control plants more gibberellin activity was observed at R_f 0.2-0.3, 0.4-0.5, 0.6-0.7 and 0.9-1.0 at all the stages of plant growth, whereas treated plants differed to some extent (Figure 1). Cytokinin-like substances showed maximum activity at R_f 0.3-0.4 and 0.7-0.8 in both control and treated plants (Figure 2). ABA-like inhibitor activity was intense at R_f 0.2-0.4, and 0.7-0.9 (Figure 3) in both control and treated plants.

Gibberellin and cytokinin-like substances showed considerable reduction in NaCl treated plants than that of control ones, at all stages of growth. Similar and even more pronounced results were obtained with Na_2SO_4 treated plants. A substantial increase in the activity of ABA-like substances was observed in both the treatments over the control. Here also Na_2SO_4 treated plants were showing a little more inhibitory activity. Though the effect was similar, the difference between the two salts was significant.

There was a linear increase in both gibberellins and cytokinins from the third to the ninth day with an increase in growth in both control and treated plants (Figures 1 and 2), while ABA-like inhibitors showed gradual reduction during this period in all the cases (Figure 3). This trend was significant from the sixth to the ninth day, where the seedlings showed a slight recovery in the physical growth from the stress.

Discussion

From the foregoing results it is inferred that during salt stress the endogenous levels of gibberellin and cytokinin-like substances were acutely affected with a concomitant increase in ABA-like inhibitors.

Table 1. Effect of iso-osmotic concentrations of NaCl and Na_2SO_4 on seedling growth of *Cajanus cajan* L. Values are mean \pm S.D.

Observation	Seedling age in days								
	Control			NaCl			Na_2SO_4		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
Shoot length (cm)	2.01 ± 0.146	9.62 ± 0.802	18.14 ± 1.421	1.53 ± 0.117	4.76 ± 0.546	10.92 ± 0.826	1.46 ± 0.127	4.06 ± 0.394	9.31 ± 0.681
Root length (cm)	2.74 ± 0.191	7.41 ± 0.529	9.84 ± 0.584	2.27 ± 0.218	5.84 ± 0.620	8.08 ± 0.612	2.08 ± 0.124	5.22 ± 0.534	7.66 ± 0.711
Root/Shoot ratio	1.39	0.78	0.54	1.49	1.24	0.74	1.43	1.28	0.89
Fresh weight (mg)	105.2 ± 2.834	276.6 ± 7.426	355.0 ± 9.086	126.0 ± 2.991	243.3 ± 8.024	316.0 ± 9.621	135.0 ± 4.023	224.0 ± 6.692	305.1 ± 8.721
Dry weight (mg)	22.3 ± 1.011	58.1 ± 2.012	71.0 ± 3.042	17.6 ± 1.926	36.0 ± 2.128	62.2 ± 3.109	16.3 ± 1.762	32.4 ± 2.431	60.3 ± 2.807

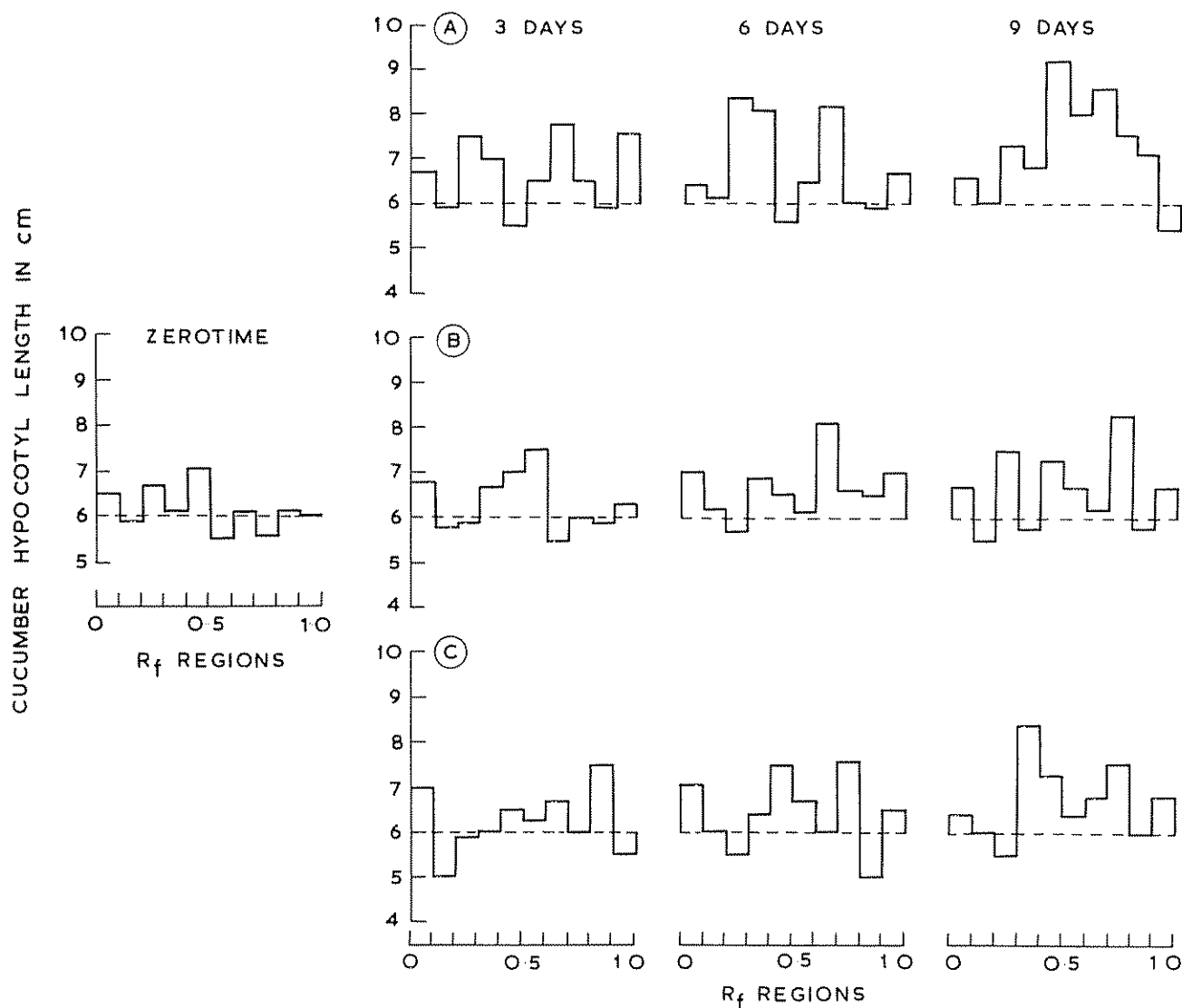


Fig. 1. Changes in the activity of gibberellins in pigeon pea seedlings, determined with cucumber hypocotyl elongation bioassay. Histograms represent (A) Control, (B) NaCl treated and (C) Na_2SO_4 treated. The values are mean of three separate bioassays of 50 g each.

The variations in growth, fresh and dry weights and in the levels of endogenous growth regulators exerted by NaCl and Na_2SO_4 at the osmotic pressure of 2.9 atm might indicate the ionic effect of these salts besides the osmotic effect, in which case Na_2SO_4 seems to be more toxic than NaCl. The gradual and slight increase of growth promoters and decrease in ABA-like inhibitors of the treated plants with the progressive growth, are in conformity with the growth patterns which showed a slow recovery of the plant from the initial stress.

The presence of higher levels of cytokinin-like substances with reduced ABA-like inhibitor accumulation in the control plants supports the view of Zee-Even and Itai (15), that cytokinins effect ABA

inactivation by increasing bound ABA levels, finally resulting in enhancement of plant growth. In the salt treated plants, the decreased cytokinin levels and increased ABA levels suggest the probability that ABA accumulation may be responsible for lower cytokinin activity during the stress, by inhibiting either biosynthesis or activity of cytokinins (1,2). The changes in gibberellin activity might well relate to the presence of inhibitor content (10). The inactivation may be a result of inhibitor accumulation during stress, and ABA is one of these inhibitors under such conditions.

The accumulation of ABA-like inhibitors and low levels of growth promoters in the early seedling stage and their progressive reversion in the latter stages

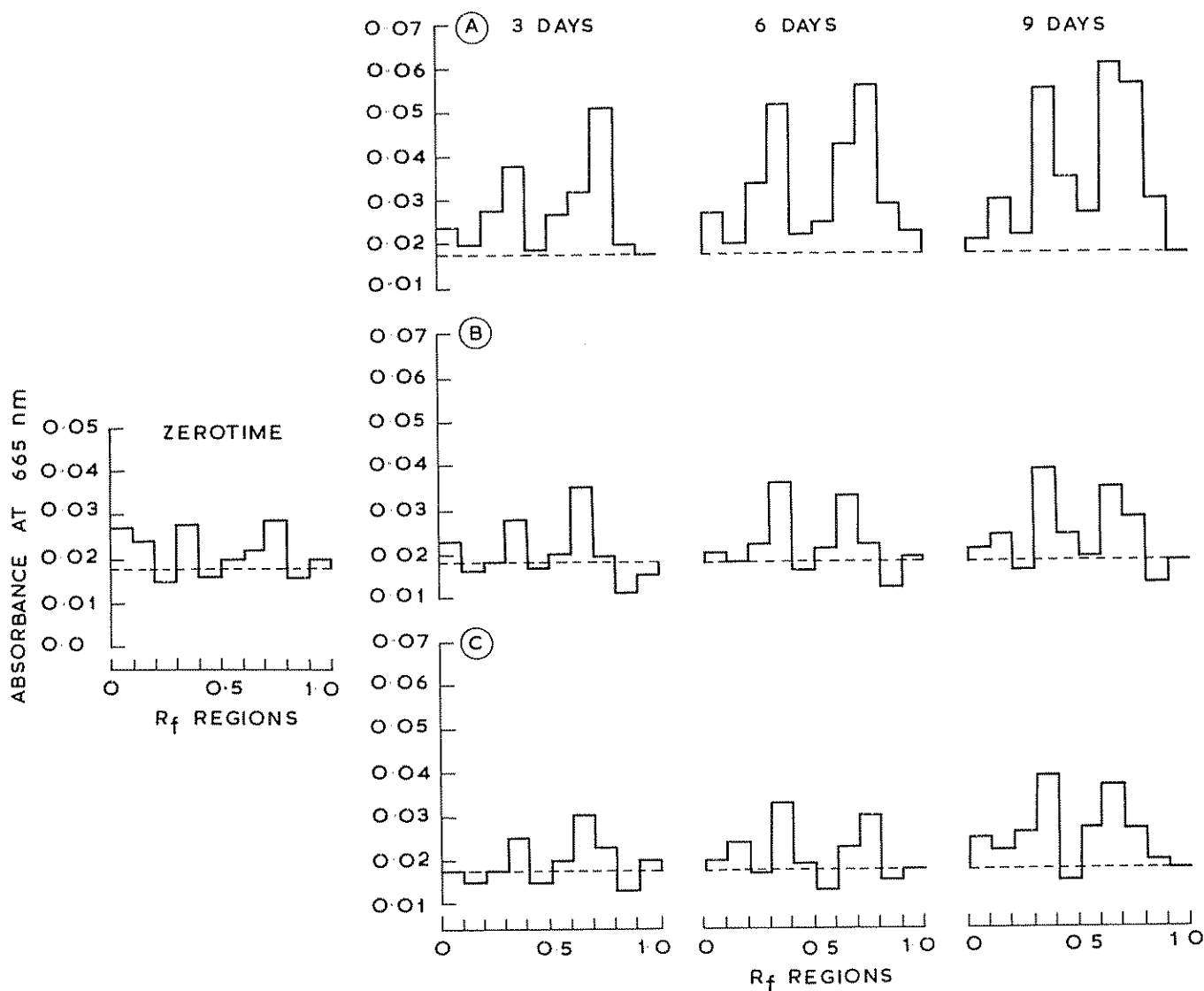


Fig. 2 Activity of cytokinins in pigeon pea seedlings of control (A) NaCl treated (B) and Na_2SO_4 treated (C), determined with cucumber cotyledon greening bioassay. The values are mean of three separate bioassays of 50 g each.

show the sensitivity of the plant during germination. This suggests a more complex mode of interaction among growth hormones during stress condition. In view of these results this phenomenon may be interpreted as a reflecting feature of the regulatory mechanism that facilitates the plants an adaptive response to a decreased osmotic potential of the root medium and a recovery thereafter in its progressive growth.

Summary

The levels of endogenous growth regulators in pigeon pea during early seedling growth under isotonic concentrations of NaCl and Na_2SO_4 were studied. Both NaCl and Na_2SO_4 initially reduced the levels of growth promoters, with a simultaneous

increase in ABA-like inhibitors. But a subsequent substances and a decrease in ABA-like inhibitors was observed with the progressive growth of the seedlings, which showed a slow recovery in the later stages. However, the inhibition was significant in stages. However, the inhibition was significant in treated plants throughout the growth period, where Na_2SO_4 was found to be more effective than NaCl.

Acknowledgements

The authors (K.V.R. & S.V.P.) are thankful to CSIR, New Delhi for financial assistance. Thanks are due to Prof. V.S. Rama Das, Head of the Department, for providing the facilities.

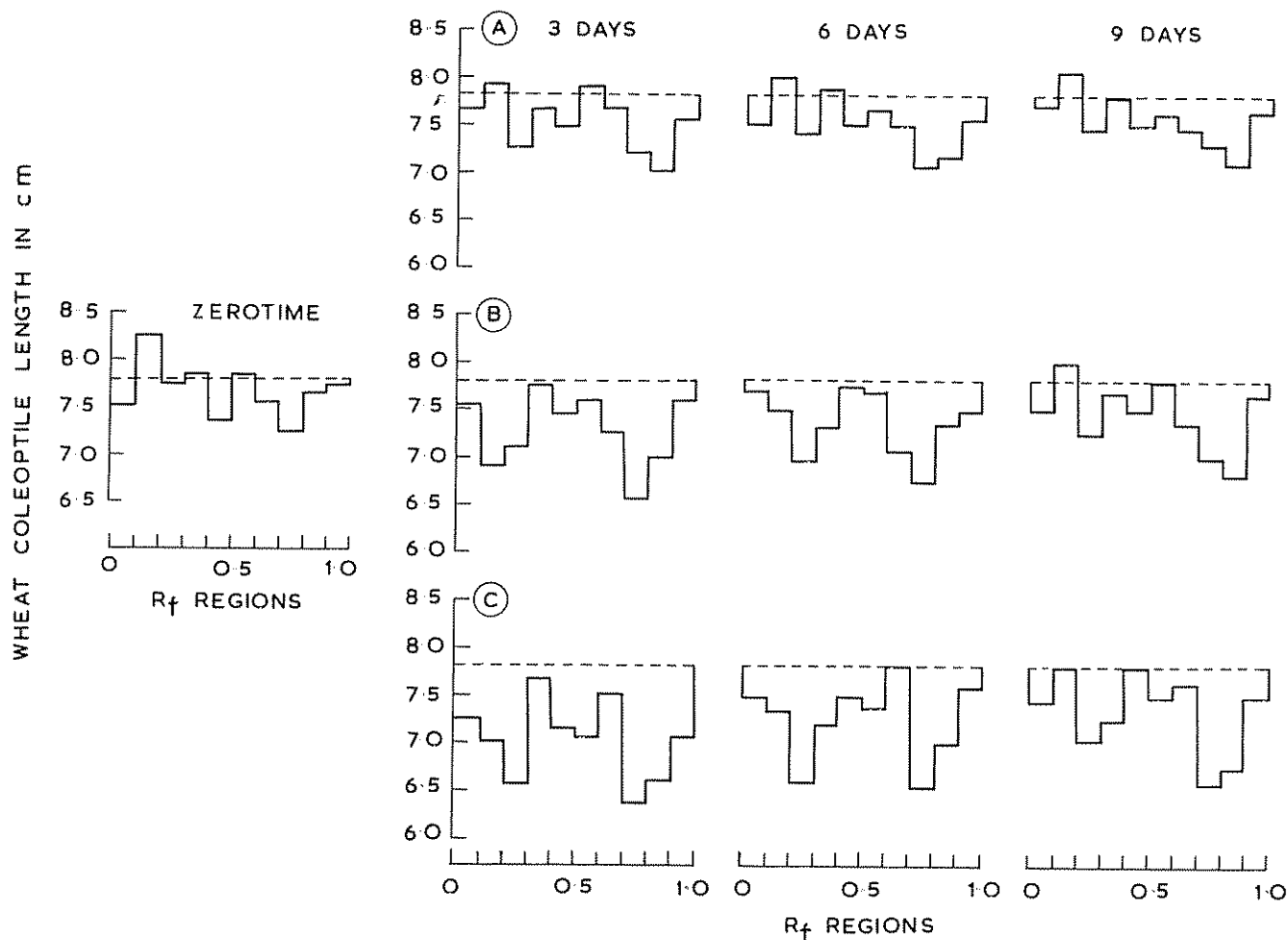


Fig. 3. Changes in the activity of ABA like inhibitors in pigeon pea seedlings of control (A) NaCl treated (B) and Na₂SO₄ treated (C). determined with wheat coleoptile straight growth bioassay. The values are mean of three separate bioassays of 50 g each

October 13, 1982

K.V. RAMANA RAO*
S.V. PRASAD*
G. RAJESWARA RAO*

* Department of Botany, S. V. University, Tirupati - 517 502, Andhra Pradesh, INDIA.

Literature cited

1. BACK, A , BITTNER, S and RICHMOND, A. E. The effect of abscisic acid on the metabolism of kinetin in detached leaves of *Rumex pulcher*. *Journal of Experimental Botany*. 23:744-750. 1972.
2. BOROKOWSKA, B. and RUDNICKI, R. M. Changes in the levels of cytokinins in apple seeds during stratification. *Fruit Science Rep.* 1-3 1975.
3. FLETCHER, R. A. and McCULLAGH, D. Cytokinin induced chlorophyll formation in cucumber cotyledons. *Planta* 101:88-90. 1971.
4. ITAI, C. and VAADIA, Y. Kinetin like activity in root exudate of water stressed sunflower plants. *Physiologia Plantarum* 18:941-944. 1965
5. ITAI, C , RICHMOND, A. and VAADIA, Y. The role of root cytokinins during water and salinity stress. *Israel Journal of Botany* 17:187-193 1968.
6. JENNINGS, D. H. The effect of sodium chloride on higher plants. *Biological Review* 51:453-483. 1976.

7. MASS, E. V. and NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerance to salinity. American Society of Agronomy Special Publication 277-299. 1978.
8. MIZRAHI, Y., BLUMENFELD, A. and RICHMOND, A. E. Abscisic acid and transpiration in leaves in relation to osmotic root stress. *Plant Physiology* 46:169-171. 1970.
9. MIZRAHI, Y., BLUMENFELD, A. BITTNER, S. and RICHMOND, A. E. Abscisic acid and cytokinin content in leaves in relation to salinity and relative humidity. *Plant Physiology* 48:752-755. 1971.
10. NARASIMHA, R. S. B. and SWAMY, P. M. Gibberellins and germination inhibitors in viable and non-viable seeds of peanut (*Arachis hypogea*, L.). *Journal of Experimental Botany* 28(102):215-218. 1977.
11. RAMANA, K. V. R. Salt induced and natural changes in metabolism during seedling growth of *Raphanus sativus*, L. Doctoral thesis, S. V. University, Tirupati, India. 1968.
12. REEVE, D. R. and CROZIER, A. Gibberellins and plant growth. Ed. H. N. Krishnamoorthy, Wiley Western Ltd., New Delhi. 1975.
13. RUDNICKI, R. M. Studies on abscisic acid in apple seeds. *Planta* 86:63-68. 1969.
14. RUDNICKI, R. M. and NOWAK, J. Studies on the physiology of hyacinth bulbs (*Hyacinthus orientalis*, L.). VI. Hormonal activities in hyacinth bulbs during flower formation and dormancy release. *Journal of Experimental Botany* 27:303-313. 1976.
15. ZEEV-EVEN, C. and ITAI C. The role of abscisic acid in senescence of detached tobacco leaves. *Physiology Plantarum* 34:97-100. 1975.

Aluminio activo en suelos derivados de cenizas volcánicas de Costa Rica y Guatemala.

Summary Active aluminum extracted with 0.2 M ammonium oxalate, pH 3.0, and 4 M KOH of 51 samples of Andepts of Costa Rica and Guatemala was quantified and compared. Acid-oxalate extractable aluminum varied from 0.02 to 5.45% while KOH-extractable aluminum varied between 0.03 and 3.24%. The relationship between the two forms of aluminum is expressed by the equation $Y = 0.06 + 0.4404X$ where $Y = \text{KOH-Al } (\%)$ and $X = \text{acid oxalate Al } (\%)$, with $r = 0.982$.

Recientemente, Blakemore (2) describió un método sencillo para determinar aluminio activo en suelos derivados de cenizas volcánicas. La relevancia de esta fracción en la taxonomía de estos suelos estriba en su contribución a la retención de fósforo (1), a tal grado que ha sido considerado como criterio de clasificación por el Icomand (3).

La presente comunicación tiene como objetivo el proporcionar mayor información sobre la correlación entre dos métodos empleados para determinar aluminio activo en suelos de Costa Rica y Guatemala.

Materiales y métodos

En este trabajo se analizan 51 muestras de horizontes A, B y C de Andepts de Costa Rica y Guatemala. Las muestras, molidas en mortero hasta menos de 2 mm, representan Dystrandeps, Vitrandeps, Placandeps y Andaquepts y sus propiedades principales se encuentran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variación de las características químicas de los suelos de este estudio.

Variable	Promedio \pm Un error estándar	Ambito
pH (H ₂ O)	5.8 \pm 3.8	4.8 - 6.9
pH (KCl)	4.7 \pm 3.6	3.7 - 5.3
Acidez Camb., meq/100 g	0.3 \pm 0.3	tr - 2.0
K, meq/100 g	1.0 \pm 1.1	tr - 7.3
Na, meq/100 g	0.2 \pm 0.1	tr - 0.6
Ca, meq/100 g	3.0 \pm 2.5	0.1 - 9.4
Mg, meq/100 g	1.1 \pm 0.9	0.1 - 4.5
Al activo, %	2.2 \pm 1.8	tr - 5.4
Ac. activo, %	0.8 \pm 0.6	tr - 2.8
Si activo, %	0.7 \pm 0.6	tr - 2.2
pH Na F 2 min	9.4 \pm 1.3	7.3 - 11.9
pH Na F 60 min	10.1 \pm 1.1	7.7 - 12.1
Area Superficial, m ² /g	35.0 \pm 53.0	1.0 - 292.0
Limo + Arcilla, %	55.8 \pm 25.1	6.4 - 98.1
Materia Orgánica, %	9.2 \pm 7.1	tr - 25.3
P Disponible, ppm	10.6 \pm 10.9	tr - 48.9
P-Retenido	78.0 \pm 17.0	25.1 - 99.6

El aluminio activo se extrajo con oxalato de amonio 0.2 M a pH 3.0, adicionando 10 ml de la solución a 0.5 g de suelo seco al aire. La mezcla se agitó en la oscuridad por dos horas, se centrifugó y el aluminio se cuantificó por espectrofotometría de absorción atómica (4). Los datos se presentan en base a peso seco a 105°C.

El aluminio activo también se extrajo con hidróxido de potasio 4 M con Super Floc 127 al 0.005%, añadiendo 10 ml de la solución a 1 g de suelo seco al aire. La mezcla se agitó por 10 minutos, se filtró, se lavó con agua y se aforó a 100 ml. El aluminio se determinó por espectrofotometría de absorción atómica (2) y se corrigió por humedad para expresar los datos en peso seco a 105°C.

Resultados y discusión

Los valores de aluminio activo extraído con oxalato de amonio e hidróxido de potasio se presentan en el Cuadro 2.

El Al activo varió entre 0.02 y 5.45% ($\bar{X} = 2.26\%$) extraído con oxalato de amonio y entre 0.03 y 3.24% ($\bar{X} = 1.06\%$) cuando se extrajo con hidróxido de potasio.

En la Figura 1 se muestra la relación entre los contenidos de Al activo extraídos por los dos métodos. Al igual que Blakemore (2), se encontró una relación lineal entre las dos formas de cuantificar el aluminio activo. En el presente estudio, la ecuación $Y = 0.06 + 0.4434x$ ($r = 0.982$) describe esa relación y se acerca más al punto de convergencia de los ejes X y Y que en el caso de Blakemore (2) cuya ecuación fue $Y = 0.52 + 0.66x$ ($r = 0.919$).

El mejor ajuste encontrado con suelos de Costa Rica y Guatemala puede deberse a que el número de muestras estudiadas fue mayor, así como al hecho de que Blakemore (2) trabajó en un ámbito de contenidos de aluminio más amplio.

Los criterios empleados por Icomand (3) asumen que más de un 2% de Al extraíble con oxalato de amonio o más de un 1.5% de Al extraíble con KOH equivalen a una retención de fósforo superior al 85%. Si se empleara la ecuación encontrada en este estudio, el equivalente con KOH sería de 0.95% de Al.

Se concluye que, dada la excelente correlación entre los dos métodos y para fines prácticos la determinación con KOH es más adecuada y presenta igual precisión que la extracción con oxalato de amonio. Sin embargo, Blakemore (2) menciona que esta relación puede no ser tan buena cuando se presentan agregados de suelo muy estables.

Cuadro 2. Contenidos de aluminio extraíble con oxalato de amonio e hidróxido de potasio en Audepts de Costa Rica (muestras 1 a 37) y Guatemala (muestras 38 a 51).

Muestra No.	Gran Grupo (horizonte)	Aluminio extraíble (%Al)	
		Oxalato amonio	KOH
1	Dystrandept (Ap)	1.47	0.86
2	Dystrandept (Ap)	0.69	0.50
3	Dystrandept (B)	0.64	0.92
4	Dystrandept (C)	0.58	0.89
5	Dystrandept (Ap)	3.62	1.49
6	Dystrandept (B)	4.57	2.18
7	Dystrandept (Ap)	4.65	2.13
8	Dystrandept (Ap)	4.60	1.94
9	Placandept (E)	0.02	0.28
10	Hydrandept (A)	3.15	1.54
11	Hydrandept (B)	4.82	2.59
12	Dystrandept (A)	2.60	1.20
13	Dystrandept (A)	1.54	0.79
14	Dystrandept (A)	0.78	0.47
15	Dystrandept (A)	1.60	0.80
16	Dystrandept (A)	0.28	0.12
17	Dystrandept (A)	1.00	0.18
18	Dystrandept (A)	1.08	0.50
19	Dystrandept (A)	0.84	0.44
20	Dystrandept (A)	0.28	0.18
21	Dystrandept (A)	2.10	0.94
22	Dystrandept (A)	3.40	1.20
23	Dystrandept (B)	5.01	1.95
24	Dystrandept (A)	5.23	3.08
25	Hydrandept (B)	5.42	2.61
26	Hydrandept (A)	5.38	3.24
27	Andaquept (A)	1.50	0.89
28	Dystrandept (A)	4.44	2.02
29	Dystrandept (B)	4.90	1.96
30	Dystrandept (BC)	4.98	2.19
31	Dystrandept (A)	5.45	2.43
32	Dystrandept (A)	1.56	0.68
33	Vitrandept (A)	0.42	0.38
34	Vitrandept (A)	3.04	1.25
35	Dystrandept (A)	1.00	0.59
36	Dystrandept (A)	0.82	0.35
37	Dystrandept (A)	1.38	0.54
38	Dystrandept (Ap)	1.14	0.61
39	Vitrandept (A)	0.85	0.41
40	Vitrandept (B)	0.84	0.33
41	Vitrandept (A)	0.24	0.09
42	Ustrophept (A)	0.19	0.03
43	Dystrandept (A)	1.74	0.74
44	Dystrandept (Ap)	0.52	0.21
45	Dystrandept (A)	2.35	0.81
46	Dystrandept (Ap)	1.35	0.59
47	Vitrandept (A)	4.08	1.42
48	Vitrandept (A)	0.22	0.08
49	Humitrophept (Ap)	0.32	0.23
50	Dystrandept (Ap)	3.06	1.08
51	Andaquept (A)	3.34	1.11

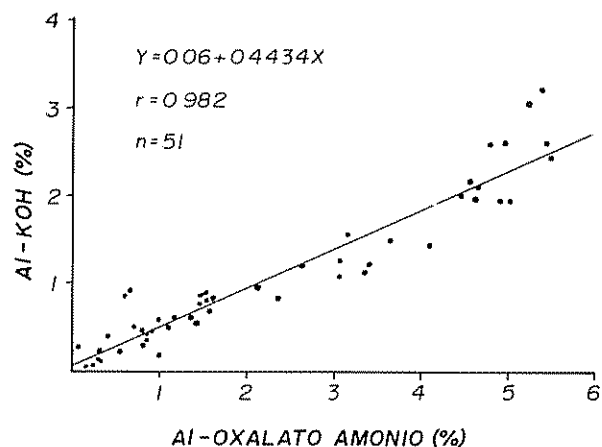


Fig 1 Relación entre el contenido de aluminio extraible con oxalato de amonio e hidróxido de potasio

Resumen

El contenido de aluminio extraible con oxalato de amonio 0.2 N y con KOH 4 M de 51 muestras de Andepts de Costa Rica y Guatemala se cuantificó y se comparó. Los valores de aluminio activo extraído con oxalato de amonio variaron entre 0.02 y 5.45% mientras que extraído con KOH variaron entre 0.03 y 3.24%. La ecuación $Y = 0.06 + 4434x$ ($r = 0.982$) describe la relación entre las dos formas de aluminio, donde $Y = \% \text{ Al-KOH}$ y $X = \% \text{ Al-oxalato de amonio}$.

10 octubre, 1984

A. ALVARADO*

* Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Literatura citada

1. ALVARADO, A. Phosphate retention in andepts from Guatemala and Costa Rica as related to other soil properties. Tesis Ph.D. Raleigh, Carolina del Norte, Universidad, Departamento de Suelos. 1982. 82 p.
2. BLAKEMORE, L.C. An evaluation of the KOH/Al extraction for New Zealand soils and comparison with acid-oxalate extractable aluminum. Soil Taxonomy News 6:12-13. 1983.
3. ICOMAND International Committee on the Classification of Andisols. Circular Letter No. 6. 1984.
4. MCKEAGUE, J. A. y DAY, J.H. Dithionate -and oxalate- extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Canadian Journal of Soil Science 46:13-22. 1966.

Reseña de libros

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE and INTERNATIONAL WEED SCIENCE SOCIETY. Weed Control in Rice. Proceedings of the conference on weed control in rice, Los Baños 1981. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 1983 422 p.

La publicación del Instituto Internacional de Investigación en arroz (IRRI) corresponde a los trabajos que se presentaron durante un seminario, que se efectuó entre el 31 de agosto y el 4 de setiembre de 1981, en Los Baños, Las Filipinas; auspiciado por la institución citada y la Sociedad Internacional de Científicos en Malezas (IWSS).

Los trabajos que incluye la publicación se pueden agrupar de la manera siguiente: Diagnóstico del problema de malezas en el arroz (pp. 5-46); factores que incluyen en la población de las malezas (pp. 47-88); tecnología actual para el control de malezas en el arroz (pp. 89-207); interacciones entre malezas, insectos y enfermedades (pp. 208-226); problemas especiales de control de malezas en arroz (pp. 227-272 y 307-334); propuestas y desarrollo de nueva tecnología para el control de malezas en el arroz (pp. 335-384); pesticidas y el ambiente (385-406); recomendaciones de los participantes para el estudio de la biología y control de las malezas (pp. 407-412); herbicidas de uso reciente en arroz y nuevas técnicas de aplicación (pp. 273-290). Incluye, además, un apéndice que contiene el nombre científico de las malezas que se mencionan en el texto, las sinonimias y la autoridad taxonómica (pp. 413-416); el nombre científico de los cultivos (p. 416), de las enfermedades, insectos y nematodos (p. 417) que aparecen en el texto. En las últimas páginas del volumen se muestra el nombre técnico o el código y el nombre químico de los herbicidas, insecticidas y fungicidas que se mencionan en el volumen.

Al final de cada trabajo se incluye una discusión sobre el mismo, lo cual enriquece el artículo con la participación del auditorio, y muchas de las interrogantes que se plantea el lector encuentran respuesta en esta sección.

La parte que se refiere al diagnóstico del problema de malezas, 10% del volumen, se compone de tres trabajos; el primero hace referencia a la evolución de las prácticas y de la investigación en el control de malezas en arroz; se pone énfasis en la contribución, a la

comprensión de la competencia entre plantas, que dio la clasificación de las plantas superiores en C₃ (arroz) y C₄ (varias malas hierbas), de acuerdo con el metabolismo fotosintético que presenten; así como el aporte de la bioquímica y de la genética en la comprensión del mecanismo por el que el arroz tolera al propanil.

El segundo señala las principales malezas en el arroz y discute los principales factores que influyen en las comunidades de malezas. Estima las pérdidas que provocan las malezas en arroz y caracteriza los componentes de la interferencia de las malas hierbas. Sobre ese último aspecto, el autor señala la importancia de la alelopatía y discute la posibilidad de recurrir a ese fenómeno para combatir las malezas en forma económica y sin contaminar el medio; no obstante no se mencionó el hecho de que el arroz puede resultar autoalelopático, lo que puede explicar la merma en rendimiento que en ocasiones se encuentra en sistemas arroz-arroz.

El tercero resume la evolución de las prácticas de combate de malezas, discute técnicas alternativas y el uso de la labranza para combatir las malezas.

La parte que se refiere a los factores que influyen sobre la población de malezas, 6% del volumen, es también motivo de tres trabajos. El primero discute la influencia de la hidrología de las diferentes formas de cultivar arroz, del régimen de humedad del suelo y del manejo de la fertilización sobre la población de malezas y su combate; el autor destaca que el arroz de secano, de siembra directa, está sujeto a mayor daño por malezas, lo que se reduce significativamente con el uso del anegamiento y el transplante.

En el segundo se discute la influencia de las técnicas de establecimiento del cultivo, así como de la época, método y profundidad de las labores de preparo del suelo sobre la población de malezas. El autor, cuando expone sobre la mínima labranza, deja claramente establecidas las ventajas de la práctica, no obstante destaca la imposibilidad de emplear la técnica en áreas infestadas con especies perennes, como *Cyperus rotundus* L.

En el tercero se hace énfasis sobre el impacto de la preparación del suelo durante la época seca, la rotación de los cultivos y las técnicas de producción de arroz sobre la población de las malas hierbas.

Un 28% del volumen se destinó a la discusión de la tecnología actual para el control de las malezas en el arroz; mostrando la diversidad de alternativas que existen para combatir las malezas en el arroz, así como la posibilidad de desarrollar nuevas estrategias

que permitan alcanzar un control efectivo y económico de las malas hierbas

El 4% del volumen se dedicó a discutir las interacciones existentes entre los programas de control de patógenos, insectos y malas hierbas. No solo se discute el punto de vista de que las malezas se comportan como hospederas de insectos y patógenos, sino que se resalta que ciertas especies de malezas pueden ofrecer alternativas para facilitar el combate de otras plagas. Además, se señalan las posibilidades de combatir las malezas con enemigos naturales, como por ejemplo el uso de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. f. ssp. *aeschynomene* para combatir *Aeschynomene virginica* (L.) B.S.P. en arroz y soya

Aproximadamente el 17% del volumen se dedicó a discutir las alternativas para controlar malezas tolerantes a los programas de control convencionales, para diferentes sistemas de producción de arroz; por ejemplo *C. rotundus* L. en arroz de secano; arroz silvestre (*Oryza longistaminata* A. Chev. & Roehr.) y *Echinochloa colonum* L. en arroz anegado.

La discusión de las propuestas para desarrollar nuevas alternativas para combatir las malezas en el arroz ocupa un 12% del volumen. Dentro de las propuestas más interesantes se puede citar el desarrollo de antidotos, o sustancias protectoras del cultivo, para permitir el uso de herbicidas existentes en cultivos que no tengan tolerancia natural; desarrollo de equipos de aplicación especial tal como el aplicador de "mechas", que permite el uso de herbicidas no selectivos como glifosato; desarrollo de nuevos productos para solucionar problemas específicos, o bien el uso de mezclas de productos existentes. Además, en esta parte del libro se contempla la situación energética mundial y su relación con las alternativas para combatir las malezas.

Un 7% del volumen se dedicó a analizar las relaciones entre los pesticidas y el ambiente; se estudia en detalle la interacción entre herbicidas y el suelo, en campos anegados. También, incluye esta parte del volumen, un trabajo sobre el efecto de restricciones legales sobre plaguicidas en el desarrollo de la tecnología para el combate de malezas, proponiendo soluciones para que esas restricciones en lugar de entorpecer, ayuden al desarrollo de nuevas posibilidades para el control de las malas hierbas

Las recomendaciones del seminario ocupan el 1% del ejemplar; la primera parte de las recomendaciones se refieren a la necesidad de entrenar personal para programas de control de malezas, por medio de cursos de posgrado y de entrenamiento en servicio; la segunda parte se refiere a las prioridades de la investigación en malezas. En general, sobresale la necesidad

de efectuar más estudios sobre la biología de las malezas y de mejorar la tecnología existente para combatir las malezas en arroz.

El libro, a través de la mayoría de los trabajos que lo conforman, evidencia la necesidad de establecer programas de combate de malezas permanentes y adecuados a las necesidades y posibilidades de los usuarios; estableciendo, claramente, que el combate de las malezas no se puede tener como una medida temporal, que se aplica solo cuando se está haciendo crecer una especie cultivada y se desea evitar el daño de la maleza, ya que el control de malezas visto de esa manera ofrece pocas posibilidades de ser exitoso.

El volumen resulta de suma importancia e interés para el profesional y el agricultor involucrados en la producción de arroz. La forma en que se encuentran ordenados los trabajos y la alta calidad de los mismos, permite mantener el interés a través de la lectura de la publicación.

Considero que el libro debe ser traducido al español, con premura para evitar la desactualización del mismo, por parte de alguna institución relacionada con la producción agrícola, con el fin de que la obra sea asequible a una mayor cantidad de profesionales y agricultores de Latinoamérica.

ADOLFO SOTO A.
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FEACHEM, R. G., BRADLEY, D. J., GARELICK, H. and MARA, D. D. eds. Sanitation and disease - health aspects of excreta and wastewater management. Chichester, John Wiley & Sons, 1983. 501 p.

Esta obra está dirigida a la gama de profesionales en cuyas manos está la organización y control de la Salud Pública, tales como ingenieros sanitarios, higienistas, economistas y administradores de la Salud Pública, epidemiólogos, microbiólogos y parasitólogos.

El libro está escrito en lenguaje asequible a todos los diferentes grupos de profesionales mencionados y, a pesar de que es el fruto de la contribución de un crecido número de especialistas, exhibe una gran armonía y claridad de exposición a través de todos sus 37 capítulos. De éstos, los primeros 8 constituyen la primera parte intitulada "Los Riesgos de las Excretas para la Salud: su Teoría y Control". Los 29 capi-

tulos restantes conforman la segunda parte de esta obra, a la que se designa como "Biología Ambiental y Epidemiología de Patógenos Específicos en Excretas" y se encuentra dividida en 5 secciones, así: "Virus Excretados", "Bacterias Excretadas", "Protozoarios Excretados", "Helmintos Excretados" y "Excretas e Insectos". Dentro de cada sección, en los diferentes capítulos que la integran, se describen las propiedades del patógeno o grupo de patógenos excretados en relación con sus propiedades ambientales su epidemiología y el control de las infecciones causadas por dichos patógenos. Se enfatiza la ocurrencia y sobrevivencia del patógeno en el ambiente así como la eficacia de los diferentes tratamientos empleados en su eliminación.

Todos los capítulos están respaldados por una sólida lista de referencias pertinentes y por un crecido número de cuadros y figuras que contribuyen a facilitar su comprensión. Esta es la tercera obra auspiciada por el Banco Mundial en el campo de la Salud Pública; las primeras dos aparecieron bajo el nombre de "Appropriate Sanitation Alternatives: A Technical and Economic Appraisal" y de "Appropriate Sanitation Alternatives: A Planning and Design Manual".

Considero que esta obra llena muy satisfactoriamente el propósito enunciado de familiarizar a los diferentes grupos de profesionales que en una u otra forma están en posición de influir sobre las políticas y ejecución de los proyectos que afectan a la Salud Pública con el problema que constituye la adecuada disposición de las excretas a fin de mejorar la calidad de vida sobre nuestro planeta.

BERNAL FERNANDEZ
FACULTAD DE MICROBIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA

HUXLEY, P. A. ed. Plant research and agroforestry
International Council for Research in Agroforestry.
P. O. Box 30677, Nairobi, Kenia. 1983. 617 p

ICRAF, the International Council for Research in Agroforestry, Nairobi, has long been known as the most important centre for the promotion of the scientific aspects of crop-tree-animal production systems, and Peter Huxley is one of the best known scientists from this institution.

To collect, evaluate and distribute information concerning agroforestry is as difficult as it is important. Quality of data and sources, their general validity and practical applicability is hard to judge because of the multidisciplinary character of the subject. Also the preparation of such information requires, besides a clear picture of the target group, a profound knowledge in all corresponding fields. Huxley, certainly met with all these problems when editing the 34 contributions to the consultative Meeting on "Plant Research and Agroforestry" held in Nairobi, 8 to 15 of April 1981.

The total of 617 pages of this technically well prepared book with clear and informative diagrams, tables and photos is divided into 4 main chapters:

1. Plants and agroforestry: some examples
2. Understanding agroforestry systems.
3. Applications of plant science to agroforestry, and
4. Meeting organization and reports of working groups.

There is also a comprehensive index of plant names as well as the subject index, which are very helpful tools and worthwhile to recommend to future editors.

As was stated by Huxley, the "Plant Research and Agroforestry" is not a complete cook book, but it gives a wide overview on today's (1981) knowledge of this relatively young scientific discipline. There are still gaps to be filled such as pest management and plant breeding.

Plant research is a broad field with strong traditions and the question is in what ways does it differ from agroforestry and are changes in research required. Having this in mind, the reader will find that clear answers, suggestions and gaps of knowledge are pointed out.

It is commonly agreed upon that agroforestry is characterized by its multiple output, sustained yields and interactions. It is a much more complex system in space and time dimensions that is pure agriculture or forestry.

As land pressures increase agroforestry is gaining more and more importance as one of various possibilities for finding solutions on where, when and what is feasible or not; and these are questions of research techniques as well as methods for comparison. These aspects are pointed out in various of the book's chapters where the reader becomes confronted with growth and development of single plants or species and the impacts of different forms of modification of the environment.

Part 1 (12 contributions, 154 pages) gives descriptions of some examples of how plants are used in agroforestry, i.e. types of associations, growth and production potentials and certain management problems. Since the conference was held more knowledge has been generated but still this part is a solid and very valuable basis.

The need for systems analysis and synthesis methods is stressed in part 2 (9 contributions, 144 pages). In order to apply advanced research methods of these kinds, parameters and problems need to be clearly defined, which is still one of the weak points. On the other hand diagnostic methods of land use potential can now be handled. The definition of points of intervention or improvements, design processes, and processing of physical-environmental and socio-economic information is discussed.

Specific plant related subjects are presented in part 3 (13 contributions, 264 pages). Microclimates, stress factors, influences of species specific and site specific factors on production and management are explored in terms of their relevance to the development and needs in agroforestry research.

The authors of this part have pointed out, as some underexploited fields, the practical issues of plant nutrition in relation to management practices, the complex of nitrogen – fixation, and the lack of practical guidelines for plant breeders. In part 4 the three working groups, corresponding to the three book chapters, present their reports which give background and framework to respectively: guidelines for survey and monitoring, and experimental studies, some questions for consideration and suggestions on research needs. Also some topics for manuals on agroforestry and the role of ICRAF are discussed.

As a total this book is recommendable to all plant and agroforestry researchers and ecologists. Besides the articles, the reader should not miss the discussions following every presentation.

JOCHEN HEUVELDOP
CATIE
TURRIALBA, COSTA RICA

PALADINES, O. y LASCANO C. eds. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación. Memorias de una Reunión de Trabajo celebrada en Cali, Colombia. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. 1983. 183 p.

Hasta la publicación de este manual, la información sobre los aspectos metodológicos de la evaluación de germoplasma forrajero se encontraban dispersas y hubo en el pasado poca oportunidad para discutir las y luego, elevar recomendaciones que fuesen acordes con las posibilidades de las instituciones de investigación latinoamericanas.

Este libro es el tercero de una serie iniciada con el "Manual para la colección, preservación y caracterización de recursos forrajeros tropicales" y continuada con el "Manual para la evaluación agronómica de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales". Esta obra reúne los trabajos presentados en una reunión de trabajo, organizada por la Red Internacional de Evaluación de Pastos e incluye, como resultado de las discusiones surgidas entre los participantes, las recomendaciones metodológicas para la selección de germoplasma bajo pastoreo.

El manual comprende 10 revisiones exhaustivas de los diferentes aspectos críticos de la metodología y un capítulo final que recoge las discusiones de los participantes y las recomendaciones. Se incluyen 11 capítulos sobre temas específicos que fueron tratados por especialistas, con amplia bibliografía y en pocos casos, con un glosario, el cual ayuda mucho en el enriquecimiento de términos aceptados dentro del tema forrajero, lo cual es una aportación valiosa.

El primer capítulo titulado "Ensamblaje de germoplasma en pasturas: problemática de experimentación" sitúa la evaluación de germoplasma bajo pastoreo, en la secuencia de las evaluaciones agronómicas hasta las evaluaciones en sistemas de producción y subraya la importancia de diseñar las pruebas de pastoreo con el sistema futuro de utilización en mente.

En los capítulos 2 y 4, "Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical" y "Factores edáficos y climáticos que intervienen en el consumo y selección de plantas forrajeras bajo pastoreo" que revisan los múltiples mecanismos que permiten a las especies vegetales a adaptarse a ambientes diversos de suelo y clima, competir en asociaciones y resistir las defoliaciones. Así mismo, se analizan como resultado de trabajos muy originales y específicos, los marcados efectos de la época del año y de la fertilización con azufre, calcio y superfosfato en la selectividad del ganado hacia las leguminosas.

Los capítulos 3 y 5, "La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales" y "Dinámica de la descarga de pastura y su arquitectura" introducen conceptos nuevos en la evaluación de pasturas y de germoplasma de plantas forrajeras. Ambos capítulos, el uno en forma empíri-

ca y el otro con base en consideraciones teóricas, muestran la relación entre la estructura o arquitectura de la planta y su utilización o descarga por los herbívoros. La "dinámica de la descarga..." aunque no directamente relacionada con la metodología de evaluación de germoplasma en pequeñas parcelas, constituye un enfoque novedoso, refrescante y de aquí en adelante indispensable de la evaluación de praderas.

Tres capítulos (7, 8 y 9), discuten los aspectos metodológicos más específicos de la evaluación de germoplasma en pequeñas parcelas: "Evaluación por corte y por pastoreo en pequeñas parcelas: comparación de resultados", "selección de cultivos forrajeros partiendo de muchas entradas sometidas a pastoreo" y "Evaluación de germoplasma forrajero bajo pastoreo en etapas avanzadas de colección". Los tres trabajos coinciden en que los métodos de evaluación deben ser congruentes con las prácticas tradicionales locales y que, por consiguiente, pueden haber muchos sistemas de pastoreo utilizados para las evaluaciones. Como ejemplo de ello, la práctica experimental de "mob grazing"* es incongruente con la utilización final del material bajo condiciones de pastoreo continuo y en todo caso, es muy cercano a los experimentos conducidos bajo corte, los cuales tienen un valor limitado, particularmente, en el caso de las asociaciones. Se subraya, así mismo, la necesidad de agrupar las especies de acuerdo a su forma de crecimiento, palatabilidad, etc. y la conveniencia de concentrar las mediciones en las épocas realmente críticas para el sistema.

Los capítulos 5 y 10: "Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical" y "Evaluación del germoplasma forrajero bajo diferentes sistemas de manejo del pastoreo" insisten en las interacciones entre el germoplasma y los factores de manejo y proponen diseños eficientes para este fin.

El capítulo final "Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros" comienza con una revisión de los principales factores que inciden en la evaluación de germoplasma bajo pastoreo (arquitectura, grado de aceptación, intensidad de pastoreo, etc.), sigue con la definición de términos incluso, por medio de fórmulas matemáticas y concluye con proposiciones prácticas de metodología para dos situaciones: alto y bajo número de entradas.

En conclusión el manual es un libro indispensable para los especialistas en forrajes o aquellos que trabajan en evaluaciones hechas con animales en pastoreo.

Su formato y sólida encuadernación lo hacen idóneo para condiciones de campo. A pesar de que la secuencia de los capítulos podría seguir un orden más lógico, esta obra debería utilizarse en cursos de producción de pasturas para estudiantes avanzados.

ROLAIN BOREL
CATIE
TURRIALBA, COSTA RICA

DAY, R. A. ed. How to write and publish a scientific paper (2nd ed). ISI-Press, Philadelphia, USA 1983. 181 p (Paperback \$ 13 95)

¿Cómo escribir y publicar un trabajo científico? Con este título, Day presenta la segunda edición de un texto que sin lugar a dudas debería formar parte de todas las bibliotecas de aquellos que pretenden publicar en alguna forma durante su carrera profesional

El libro en sí consta de 29 capítulos y 6 apéndices, por lo que el promedio de páginas por capítulo se reduce aproximadamente una y media página. Day reconoce entonces que nadie quiere saber todo en relación a su publicación, sacrificando conocimiento por experiencia escrita con un gusto exquisito

Sería largo enumerar y reseñar cada capítulo. Basta mencionar que como editor, creo que la mayoría de las preguntas que pueda hacerse un autor, así como la mayoría de los problemas editoriales cotidianos, tienen un lugar en la obra. Se cubre desde definir qué es un trabajo científico hasta cómo escribir el resumen, sin olvidarse de ningún detalle intermedio.

Elogiar este libro no es hacerle justicia a su autor. Leerlo quizá sea mucho más meritorio. Todos aquellos que alguna vez escribimos y aquellos que lidiamos con problemas de edición deberíamos contar con una copia del texto para solaz y entretenimiento, adquirir conocimientos y hacerle la vida más fácil a los que de alguna manera tienen que escribir o publicar un trabajo científico. La obra puede adquirirse en ISI Press, 3501 Market Street, Philadelphia, PA 19104 por el precio (paperback) de \$ 11 95.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

* Pastoreo rápido e intensivo (con muchos animales, durante períodos cortos de tiempo)