

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 35

TRIMESTRE JULIO-SETIEMBRE 1985

NUMERO 3

CODEN: TURRAB 35(3) 215-307

<i>Resistencia del caupi Vigna unguiculata (L.) Walp a los insectos chupadores comunes Riptortus dentipes (Fabricius) y Anoplocnemis curvipes (Fabricius) (en inglés)</i> B. M. Khaemba	209
<i>Análisis del crecimiento del maní (Arachis hypogea) en competencia con Ageratum conyzoides (en inglés)</i> . E. F. Banyikwa, Z. K. Rulangaranga	215
<i>Hibridación del cerdo indígena de Nigeria Efecto del cruce y del destete temprano sobre el comportamiento de las cerdas (en inglés)</i> . A. O. Adebambo	221
<i>Contenido de cobre extractable de suelos de fincas campesinas de cacao en la región de Ibadan, Nigeria (en inglés)</i> O. Areola	229
<i>Sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) con laurel (Cordia alliodora) y con poró (Erythrina poeppigiana) in Turrialba, Costa Rica. I. Biomasa y reservas nutritivas (en español)</i> L. Alpizar, H. W. Fassbender, J. Heuvelodp, E. Enriquez, H. Fölster	233
<i>Evidencia inmunológica del mal de Pierce de la vid en Venezuela (en español)</i> L. G. Jiménez A.	243
<i>Fertilización foliar en soya (en español)</i> . M. L. Bodrero, R. A. Martignone, F. Nakayama, L. Macor	249
<i>Estudios sobre las semillas de Lablab niger Medic. (Leguminosae, Papilionatae) (en inglés)</i> . R. B. Bhat, E. O. Etejere	255
<i>Efecto de tres fuentes de fertilizantes nitrogenados en el rendimiento y en la calidad de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) (en inglés)</i> C. R. Obatolu, J. Enzmann	261
<i>Ecología de la polinización del mango (Mangifera indica L.) (Anacardiaceae) en la región neotropical (en inglés)</i> L. F. Jirón, J. Hedström	269
<i>Aislamiento y caracterización del virus del mosaico "Dasheen" (DMV) en Costa Rica (en español)</i> P. Ramirez	279
<i>Inhibición correlacionada del crecimiento vegetativo de soyas por los frutos (en inglés)</i> . S. V. Caffaro, J. J. Guiamet, F. Nakayama	285
<i>Arboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales. I. Producción de fruta y potencial de dispersión de semillas (en español)</i> E. Somarriba	289
<i>Comunicaciones</i>	297
<i>Predicción de la cantidad de leña de árboles individuales de Pinus oocarpa, Schiede, en Siguatepeque, Honduras (en español)</i> F. Castañeda, E. Ponce	297
<i>Influencia del vuelo en los patrones de apareamiento del taladrador del caobo Hypsipyla grandella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (en inglés)</i> . J. O. Fasoranti	300
<i>Un método fácil de ajuste por pendiente (en español)</i> . E. Gutiérrez-Espeleta	303
<i>Reseña de libros</i>	214, 219, 248, 254, 268, 288, 308
<i>Notas y comentarios</i>	296



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

SOURCES OF RESISTANCE TO THE COMMON COWPEA POD SUCKING BUGS
Riptortus dentipes (Fabricius) AND *Anoplocnemis curvipes* (Fabricius) IN COWPEA
Vigna unguiculata (L.) WALP¹ /

B. M. KHAEMBA*

Resumen

Una muestra mundial de germoplasma de caupi fue evaluada exitosamente en el campo y reveló que la mayoría de ella era susceptible (99.18%) a *Riptortus dentipes* (Fabricius) y a *Anoplocnemis curvipes* (Fabricius), a juzgar mediante por una escala de evaluación de 1 a 5, basada en el grupo de encogimiento de las vainas. Treinta y tres (0.82%) cultivares que presentaron de 20 a 39% de daño en sus vainicas (PD) fueron considerados como moderadamente resistentes y fueron seleccionados para efectuar posteriormente pruebas confirmatorias de campo.

Ocho cultivares, que mostraron en experimentos repetidos de campo niveles razonables de resistencia a los chinches, fueron Emma B (22.5% PD), PS-1 (36.7% PD), PS-2 (33.2% PD), Katumani-1 (22.2% PD), TVu No 6641 (25.6% PD), 4052 (21.8% PD) y 4339 (22.2% PD).

Pruebas de campo mostraron que algunas características culturales de caupi, específicamente color y morfología externa de las vainicas, grosor de la cubierta, longitud del pedúnculo y posición de la vainica en relación al follaje, contribuyeron a la resistencia de caupi al ataque por *R. dentipes* y *A. curvipes*.

Introduction

Of the several species of hemipteran bugs that attack cowpea pods, *Riptortus dentipes* and *Anoplocnemis curvipes* are the most important (13, 16). The bugs occur throughout Africa wherever cowpeas are grown (2, 5, 6, 9, 14). They cause yield losses estimated between 30 and 70% in Africa (12). In Nigeria, their attack on cowpea can lead to total crop failure in the absence of chemical protection (16).

Despite the destructiveness of *R. dentipes* and *A. curvipes* to cowpea crops in Africa, there is virtually no information on cowpea resistance to them. Recent investigations showed that the bugs cause damage to developing cowpea pods which is similar in nature and because of this, identical methods can be adopted in the search for sources of cowpea resistance to them (4). Reported here are results of field trials of cowpeas *Vigna unguiculata* (L.) Walp in a search for resistant germplasm to *R. dentipes* and *A. curvipes*.

Materials and methods

A genetically diversified sample of world cowpea germplasm consisting of 4180 cultivars was evaluated in the field for resistance to *R. dentipes* and *A. curvipes*. Plantings of the germplasm were made in 1977 (1st and 2nd seasons) and 1978 (1st season in single-row plots unreplicated) spaced 1 m apart. Resistance was judged preharvest four times at weekly intervals starting one week after podding on 1 – 5 visual rating scale based on the degree of pod shrivel (ie 1 = 0-19%; 2 = 20-39%; 3 = 40-59%; 4 = 60-79%; 5 = 80-100%). At harvest, 40 pod samples per plot

¹ Received for publication on February 10, 1984.

The author acknowledges to Professor T. R. Odhiambo, Director of the International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE), for his kind help which enabled the studies reported here to be undertaken. Special thanks are due to Dr. S. R. Singh of the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) for his many valuable suggestions with regard to field experimentation of data. He wishes to thank IITA, the International Foundation for Sciences (IFS), University of Nairobi and Ministry of Agriculture, Kenya Government for financial and technical support.

* University of Nairobi, P. O. Box 30197.

were taken and examined to determine the percentage of pods damaged by the bugs. Pod colour (purple, light-green and dark-green) and pod position relative to the canopy were recorded preharvest to assist in identifying resistant cultivars to *R. dentipes* and *A. curvipes*.

From 1977 and 1978 data, 33 cultivars which showed moderate resistance to the bugs were retested in small plots (2.25 x 3.0 m) replicated four times and arranged in complete randomized blocks. Samples of 40 pods per plot were taken at crop maturity and examined to determine percentage pod damage. The cultivars were then grouped according to pod colour and percentage pod damage data analysed to ascertain the involvement of this character in the resistance of cowpea to *R. dentipes* and *A. curvipes*.

In 1979, nine cultivars of agronomic interest were selected out of the 33 cultivars and tested to elucidate the mechanisms of resistance they may possess. At harvest, an assortment of 40 pods per plot were taken. They were then shelled to count damaged seeds and feeding punctures which appeared as black lesions under a binocular microscope on the insides of the pod walls. The length of peduncles was determined by measuring all the peduncles on samples of 5 plants per plot taken at harvest.

From the preliminary casual observations of earlier field experiments it became necessary to conduct a series of experiments in 1980 and 1981 to ascertain the role of the position of pods relative to the canopy and the external morphological characteristics of the pods in cowpea resistance to the bugs. A set of field trials consisted of four cultivars, two of which possessed striking contrasts from the other two in the manner in which their pods were positioned relative to the canopy. Plots (2.25 x 3.0 m) were replicated four times. At harvest a 40-pod sample was taken from each plot and shelled to count seeds damaged by the bugs. Feeding punctures observed on the insides of the pod wall were counted and recorded. Additionally, the length of peduncles of each cultivar were measured as described previously.

Finally three cultivars with outstanding contrasts in morphological characteristics were planted in experimental plots (2.25 x 3.0 m) replicated six times. At crop maturity a sample of 40 pods was harvested from each plot. After shelling, damaged seeds and bug feeding punctures were counted. The split plot walls were then measured to calculate their mean thickness.

In all years, indigenous field populations of *R. dentipes* and *A. curvipes* were the primary source

of infestation. However, pigeon pea border rows were planted around experimental plots one month prior to seeding test cultivars to attract and harbour the bugs. The rows were usually cut to liberate any bugs to infest the test cultivars at podding stage.

Results

Of the 4180 germplasm cowpea cultivars planted in 1977 and 1978, only 4022 cultivars were successfully evaluated for resistance to *R. dentipes* and *A. curvipes*. The remainder (158) of the cultivars were not evaluated either because they failed to germinate or suffered from severe disease infections leading to poor fruit formation. The bulk (99.21%) of the 4022 cultivars successfully tested were rated susceptible on a 1-5 scale and sustained high pod damage in the range of 40-100%. None of the cultivars tested was found to possess a high level of resistance (0-19% pod damage) in the preliminary germplasm screening tests. Thirty-three cultivars (Table 1) which sustained pod damage in the range of 20-39% due to the feeding activities of *R. dentipes* and *A. curvipes* were considered moderately resistant to these pests and were retested in subsequent field trials to elucidate the resistant qualities they may possess.

From 1978 and 1979 data, it was significantly ($P = 0.05$) evident that cultivars with purple (42.2% pod damage) and dark-green (43.0% pod damage) pods were less damaged by *R. dentipes* and *A. curvipes* than cultivars with light-green (59.1% pod damage) pods (Table 1) and were therefore considered as being more resistant to the bugs. However, not all cultivars bearing purple and dark-green pods were resistant to the bugs. For example, Tvu no. 4566 (purple pods) and Tvu no. 2207 (dark-green pods) sustained 69.1% and 60.0% pod damage (Table 1), respectively and were therefore considered as being susceptible. Conversely, not all cultivars bearing light-green pods were found to be susceptible to *R. dentipes* and *A. curvipes*. The evidence of this is that Vita 4 which normally produces light-green pods sustained 19.8% pod damage and because of this it was rated as being resistant. Other cultivars which exhibited reasonably high levels of resistance were: PS - 1 (light-green pods), Emma B and Tvu no. 6641 (purple pods), Tvu nos. 4052 and 4539, Katumani-1 and PS - 2 (dark-green pods).

Table 2 presents data of feeding punctures and seeds damaged per pod of 9 presumably resistant cultivars of agronomic interest. The results showed that feeding punctures, which were taken to indicate feeding preference, varied significantly ($P = 0.5$) among the test cultivars. There were very few feeding punctures on the pod walls of Tvu no. 4049

Table 1. Data of pod damage of 33 cowpea cultivars selected from preliminary field trials for moderate levels of resistance to *Riptortus dentipes* and *Anoplocnemis curvipes* 1977-1978.

Cultivar	Average pod damage (%)
With purple pods	
Tvu no 1890	43.7 cd
Emma B*	22.5 a
Tvu no 4566	69.1 hi
Tvu no 1	40.6 bcd
Tvu no 6641	35.8 bc
Tvu no 3912	42.7 bcd
Tvu no 4588	43.4 cd
Tvu no 4548	40.1 bc
With light-green pods	
PS-1*	36.7 bc
Tvu no 4596	71.6 ij
Vita-4*	19.8 a
Tvu no 6926	80.8 j
Tvu no 3839	56.5 fg
Tvu no 4597	70.6 i
Tvu no 2698	54.3 efg
Tvu no 6572	64.5 fg
Tvu no 470	59.2 gh
Tvu no 6627	57.1 fg
Tvu no 72	78.9 i
Tvu no 6559	75.3 i
PS-5	50.4 defg
With dark-green pods	
Tvu no 4052*	21.8 a
Tvu no 4049	47.1 cdef
Tvu no 4539*	22.2 a
PS-2*	33.2 b
Tvu no 4609	59.1 gh
Tvu no 4620	56.5 fg
Tvu no 4565	45.2 cde
Tvu no 4621	46.0 cde
Tvu no 2207	60.0 g
Tvu no 4600	55.0 efg
Tvu no 4601	48.2 cdef
Katamani-1*	22.2 a

Means followed by the same letter are not significantly different from each other at $P = 0.05$

* denotes cultivars or accessions with moderate levels of resistance to the bugs

indicating that this variety was less preferred for feeding than the other eight varieties tested side by side with it. The penduncle lengths of the cultivars listed in Table 2 were found to be highly correlated ($r = +0.89$) with the number of seeds damaged per pod by the bugs. The experiments conducted in 1980

Table 2. Feeding punctures and damaged seeds per pod of nine cowpea cultivars of agronomic interest presumably resistant to *Riptortus dentipes* and *Anoplocnemis curvipes* 1979.

Cultivar	Feeding punctures per pod	Damaged seeds per pod
Vita-4	1.35 a	1.34 a
Emma B	1.71 a	1.59 a
Katamani-1	2.04 a	2.63 c
Tvu no 4052	2.23 b	1.74 ab
Tvu no 4049	1.21 a	2.21 b
PS-2	2.48 b	2.09 b
Tvu no 4621	1.40 a	2.70 c
Tvu no 6641	3.24 c	1.63 ab
Tvu no 4601	1.67 a	2.64 c

Means in their respective columns followed by the same letter are not significantly different from each other at $P = 0.05$

All values are averages of 4 replicates

Table 3. The influence of pod position relative to the canopy on the damage of cowpea pods by *Riptortus dentipes* and *Anoplocnemis curvipes* 1980-1981.

Cultivar	Average per pod		Average length of penduncles (cm)
	Feeding punctures	Damaged seeds	
Above canopy pods			
Tvu no 4596	6.40 a	4.63 a	17.62 a
Tvu no 4559	6.15 a	4.58 a	17.48 a
Average	6.28 a	4.61 a	17.55 a
Within canopy pods			
Tvu no 4052	3.96 b	2.43 b	14.84 b
Tvu no 6641	4.18 b	2.26 b	15.27 b
Average	4.07 b	2.35 b	15.06 b

Means in their respective columns followed by the same letter are not significantly different from each other at $P = 0.05$

All values are averages of 4 replicates

and 1981 to elucidate the role of pod position relative to canopy in cowpea resistances to the bugs showed that both Tvu nos 4596 and 6559 bearing pods held on penduncles above their canopies sustained significantly ($P = 0.05$) higher numbers of feeding punctures and damaged seeds per pod than Tvu nos 4052 and 6641 which produced pods that were concealed within their canopies (Table 3). The

latter two cultivars also possessed significantly ($P = 0.05$) shorter peduncles which held the pods within the canopy thereby hiding them and consequently not being readily accessible to the bugs

Data presented in Table 4 shows that Tvu no 4052 which produced pods with smooth or even pod walls incurred significantly ($P = 0.05$) lower numbers of seeds damaged per pod than Tvu nos 4600 and 6627 which produced pods with uneven and ridged external morphology. These results (Table 4) suggest that evenness and smoothness in the external morphology of cowpea pods conferred some level of resistance to *R. dentipes* and *A. curvipes*. Other data obtained from measurements of pod wall thickness revealed that Tvu no 4052 possessed significantly ($P = 0.05$) thicker pod walls than Tvu nos 4600 and 6627 (Table 4). Tvu no 4052 which had thicker pod walls than the other two cultivars incurred significantly ($P = 0.05$) fewer feeding punctures (Table 4) indicating that it was more resistant to *R. dentipes* and *A. curvipes*.

Discussion

The bulk of the cowpea germplasm evaluated was apparently very susceptible to *R. dentipes* and *A. curvipes* with only a small portion being moderately resistant to the pests. Indeed, other studies have indicated that this trend is common in cowpea germplasm with regard to its resistance to many of its pests (10, 11, 13, 17). This phenomenon is not peculiar in view of the fact that the existence of crop varieties immune to insect damage is a rarity (15). Besides, moderately resistant cultivars are known to occur more frequently among widely diverse germplasms of crops such as cowpea (1, 7, 8).

Table 4. Influence of the external morphology of pods on their damage by *Riptortus dentipes* and *Anoplocnemis curvipes* 1980-1981.

Cultivar	External morphology	Feeding punctures	Average damaged seeds/pod	Pod wall thickness (mm)
Tvu no 4052	smooth	3.36 a	2.3 a	0.94 a
Tvu no 4600	ridged	4.81 b	3.47 b	0.69 b
Tvu no 6627	ridged	4.68 b	3.54 b	0.71 b

Means in their respective columns followed by the same letter are not significantly different from each other at $P = 0.05$

All values are averages of 6 replicates

The existence of moderate levels of resistance in cowpea germplasm to *R. dentipes* and *A. curvipes* can be explained by the fact that perhaps resistance is a product of several factors each of which conferred extremely low levels of resistance to the bugs. For this reason it would be beneficial to breed for cumulative resistance by combining together different sources of low levels of resistance of each factor. This strategy was suggested by Painter (7) and has yielded promising results in studies involving the cowpea curculio which is a serious pest of developing cowpea pods in the USA (3).

The observation that purple and dark-green pods were less damaged by the bugs than light-green pods can be explained by the fact that some insect pests can be attracted for feeding by the colour of the plant, flowers and fruits (1, 18). It was therefore concluded that light-green pods were more damaged than purple and dark-green pods by *R. dentipes* and *A. curvipes* because they were more attractive to these notorious pests.

Cowpea pods with uneven and ridged pod walls were more damaged than those with even and smooth pod walls by *R. dentipes* and *A. curvipes* apparently because their seeds were distinctly revealed by bulges and compressions, thereby making them to be easily accessible to the bugs. It was also shown that pods with rugged external morphology possessed thinner pod walls suggesting that the seeds in them were located adjacent to the walls where they could easily be reached and damaged by the stylets of the bugs.

Finally the high correlation observed between the peduncle length and seed damage was mainly due to the fact that short peduncle held fruits within the canopy where they were presumably hidden from *R. dentipes* and *A. curvipes*. This factor is of considerable interest because it is also known to predispose cowpea cultivars to damage by *Maruca testulalis* Geyer (11, 12, 13).

Summary

Successful preliminary field evaluation of a diversified sample of world cowpea germplasm, consisting of 4022 cultivars, revealed that the bulk (99.18%) of them were susceptible to *Riptortus dentipes* (Fabricius) and *Anoplocnemis curvipes* (Fabricius) when judged on a 1-5 rating scale based on the degree of pod shrivel. Thirty-three (0.82%) cultivars which sustained 20-39% and pod damage (PD) were considered moderately resistant and were selected for further field confirmation tests. Eight cultivars which exhibited reasonable levels of resistance to these bugs in replicated field trials were: Emma

B (22.5% PD), PS - 1 (36.7% PD), PS - 2 (33.2% PD), Katumani - 1 (22.2% PD), Tvu nos 6641 (25.6% PD), 4052 (21.8% PD) and 4339 (22.2% PD).

Further field tests showed that cowpea growth characters, namely; colour of fresh pods, external pod morphology, hull thickness, peduncle length and pod position relative to canopy contributed to the resistance of cowpeas to *R. dentipes* and *A. curvipes*.

Literature cited

- 1 BECK, S. D. Resistance to insects. Annual Review of Entomology 10:207-232. 1965
- 2 BOOKER, R. H. Pests of cowpea and their control in Northern Nigeria. Bulletin of Entomological Research 55(4):663-672. 1965
- 3 CUTHBERT, F. P., FERRY, R. L. and CHAMBLISS, O. L. Breeding for resistance cowpea curculio in Southern peas. Hort Science 9(1):69-70. 1974
- 4 KHAEMBA, B. M. and KHAMALA, C. P. M. Relation of pod age to the expression of resistance in cowpea *Vigna unguiculata* (L.) to common pod sucking bugs *Riptortus dentipes* (F.) and *Anoplocnemis curvipes* (F.) (Hemiptera: Coreidae). Kenya Journal of Science and Technology (B) 2:79-83. 1981.
- 5 LE PELLEY, R. H. Agricultural insects of East Africa. Nairobi, Kenya, High Commission, 1959
- 6 NYIIRA, Z. N. Pests of grain legumes and their control in Uganda. In Singh S. R., Van Emden H. F. and Taylor, T. A., eds. Pests of grain legumes: Ecology and Control. London, Academic Press. 1978.
- 7 PAINTER, R. H. Insect resistance in crop pests. New York, MacMillan, 1951. 520 p
- 8 PATHAK, M. D. Genetics of plants in pest management. In Rabb, R. L. and Cuthrie, F. E. eds. Concept of pest management. Raleigh, North Carolina State University, 1970.
9. PHELPS, R. J. and COSTHUISEN, M. J. Insects injurious to cowpeas in Natal Region. Journal of the Entomological Society of South Africa 22:286-295. 1958.
- 10 SINGH, S. R. Cowpea cultivars resistant to insect pests in world cowpea germplasm collection. Tropical Grain Legume Bulletin 9:1-7. 1977
- 11 SINGH, S. R. Resistance to cowpea pests in Nigeria. In Singh, S. R., Van Emden, H. F. and Taylor, T. A. eds. Pests of Grain Legumes: Ecology and Control. London. Academic Press 1978
12. SINGH, S. R. and ALEN, D. J. Cowpea pest diseases. Ibadan, Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture. Manual series No 2. 1979
- 13 SINGH, S. R. and TAYLOR, T. A. Pests of grain legumes and their control in Nigeria. In Singh, S. R., Van Emden, H. F. and Taylor, T. A. eds. Pests of grain legumes: Ecology and Control. London. Academic Press 1978
- 14 SINGH, S. R. and VAN EMDEN, H. F. Insect pests of grain legumes. Annual Review of Entomology 24:255-278. 1979.
15. SNELLING, R. O. Resistance of plants to insect attack. Biological Review 7:543-586. 1941
- 16 TAYLOR, T. A. The effects of insecticide applications on insect damage and performance in cowpea in Southern Nigeria. Nigeria Agricultural Journal 5:29-30. 1968
- 17 TODD, J. W. and CANARDAY, I. D. Resistance of southern peas to cowpea curculio. Journal of Economic Entomology 61:1 327-1 329. 1968
18. THORSTENSON, A. J. Host selection in Phytophagous insects. Annual Review of Entomology 5:193-218. 1960.

Reseña de libros

TERGAS L. E. El Potencial del Pasto King Grass, como gramínea forrajera seleccionada para América Tropical. CIAT, Colombia, 1984. 34 p

Esta publicación trata de las primeras experiencias obtenidas con el pasto King Grass en países como Panamá, Cuba y Colombia

En primer lugar, se refiere a aspectos relacionados con los orígenes, la taxonomía y la problemática que ha existido con relación a forrajes y describe morfológicamente el King Grass, recalando su parecido con la caña de azúcar

Posteriormente se analizan las características en cuanto a adaptación de dicha gramínea. Se hace referencia a la diversidad de climas y suelos que puede tolerar, ya que se adapta bien en tierras altas (hasta 2 000 metros sobre el nivel del mar) de mediana fertilidad, así como en suelos bajos con periodos secos muy prolongados y además soporta un amplio rango de acidez de los suelos.

En lo que respecta al establecimiento, se indican aspectos técnicos importantes como lo son: la preparación de suelos, distancias de siembra, selección de la semilla vegetativa y cantidad requerida por hectárea y edad recomendable para hacer el primer corte después de la siembra. Se discuten además, los incrementos que se pueden obtener de materia seca al aplicar fertilizantes, principalmente fuentes nitrogenadas.

Se anotan también los resultados de un ensayo en el que se estudió el efecto de tres niveles de fertilidad del suelo sobre la productividad estacional bajo corte del King Grass y el merker (*Pennisetum purpureum*). En todos los niveles la producción de materia seca fue mayor para el King Grass.

Un aspecto que no queda muy claro y que sería conveniente ampliar posteriormente, es el que tiende a demostrar que el King Grass no es una especie forrajera que responda bien a la fertilización del suelo, pues solamente se logró un incremento del 23.6% en los rendimientos al nivel más alto de fertilización al compararlo con un testigo.

El siguiente aparte, que se refiere a su composición química y valor nutritivo, indica que en estos aspectos el King Grass es muy similar a otras gramíneas tropicales. La edad de la planta y la fertilidad natural del suelo son factores que determinan su composición química. En cuanto al valor nutritivo, que no está dado por la composición química sino que por la digestibilidad de la materia seca y el consumo voluntario, los resultados que se dan son muy parecidos a los de otras gramíneas. En términos generales, de acuerdo a la composición química, el King Grass se podría calificar como un forraje de calidad aceptable, excepto por ciertas deficiencias en P y Ca.

Con relación a la suplementación con leguminosas para mejorar la calidad del forraje, en especial el uso de *Leucaena*, la obra indica que la adición de esta leguminosa, hasta un nivel del 40% de la dieta, contribuye a aumentar sustancialmente la proteína cruda y disminuir el nivel de fibra, pero no afecta los niveles de P, Ca y lignina.

El capítulo que se refiere a la conservación de forrajes, recoge las experiencias preliminares obtenidas en microsilos de King Grass en Panamá, en los que se usó diferentes proporciones de melaza y urea como aditivos, comparados con un testigo. Este último presentó un pH de 4.2, con características de un buen ensilaje, mientras que los tratamientos con urea presentaron valores de pH más elevados y con un fuerte olor amoniacal.

El último aspecto que cita el documento es el relativo a la productividad animal, en el cual los datos son escasos y sólo se indica que la producción de leche por vaca por día puede aumentarse de 3.28 kg con ensilaje de King Grass sin suplementación a 6.04 kg con el mismo ensilaje suplementado con 1.5 kg de melaza, 2% urea y 10% harina de pescado.

En conclusión, la información contenida en este boletín es importante pues viene a ampliar los pocos datos disponibles en nuestro país referentes al King Grass, el cual ha tenido una difusión tan amplia que prácticamente está reemplazado a los pastos tradicionales de corte como el Imperial (*Axonopus scoparius*) y los gigantes (*Pennisetum purpureum*).

MAURICIO E. GOMEZ HERNANDEZ
ASISTENCIA TÉCNICA
BANCO NACIONAL DE COSTA RICA

GROWTH ANALYSIS OF GROUNDNUTS (*Arachis hypogea*) IN COMPETITION WITH *Ageratum conyzoides*¹

F. F. BANYIKWA*
Z. K. RULANGARANGA*

Resumen

Se diseñó un experimento con el fin de investigar el efecto de las hierbas sobre el crecimiento del mani en condiciones de invernadero. La competencia radical no tiene influencia significativa sobre el peso del forraje del mani, la competencia entre vástagos sí presenta un efecto significativo en su crecimiento. El efecto de competencia significativo de las hierbas sobre el mani fue observado luego de un período de desarrollo de 42 días. Se concluye que la competencia por la luz entre vástagos es la de mayor importancia cuando el mani está infestado con hierbas. Si se desea obtener un buen rendimiento en el cultivo del mani, las hierbas deben ser removidas antes del período crítico de los 42 días después de la emergencia.

Introduction

There are two views with regard to the relative importance of light and soil nutrients in determining the outcome of competition. One view is that competition begins as soon as the root system of one plant invades a feeding area of another plant and usually takes place long before tops are developed sufficiently to exert serious competition for light (13). The second view is that light is the factor that determines the ultimate yield of a community of plants of a particular species (6). The purpose of the present work was to investigate the relative importance of competition for light and competition for soil nutrients in determining the competitive effects of the weeds (*Ageratum conyzoides*) on groundnuts.

Materials and methods

Seeds of a single population of the weed, *Ageratum conyzoides*, were collected from an abandoned farm near the University of Dar es Salaam. Ground-

nut seeds used in this experiment were obtained from Ukiriguru Agricultural Research Station, Mwanza, Tanzania and were described genetically as Bukene Strain of Natal Common (Ukiriguru Agricultural Research Institute Progress Report No. 2 of 1966). The seeds of *Ageratum conyzoides* and groundnuts were separately germinated between two layers of wet filter paper in Petri-dishes at 20°C and then transferred, after complete radicle development, to the conditions in which they were to grow subsequently.

The seedlings were planted in boxes (30 x 30 x 15 cm) each filled with a 50% mixture of river sand and loam soil. There was no fertilizer added and there was no inoculation with *Rhizobium*. Four plants of *Ageratum conyzoides* were grown in competition with one groundnut plant since in an earlier experiment it had been established that this combination grown in the soil mixture shown above resulted in the most significant reduction in the growth of groundnuts. The authors were interested in determining whether root or shoot competition determined the overall growth of groundnuts. Therefore, the competition treatments were designed to eliminate different types of groundnut-weed competition. To eliminate competition in the soil environment, the box was partitioned with polythene sheets, while to eliminate competition in the aerial environment, opaque polythene sheet partitions were used. The aerial partitions were supported by wooden frames at the edges of the boxes to facilitate raising them as the canopy grew.

¹ Received for publication in March 7, 1984.

The authors thank the technicians of the Department of Botany especially, E. A. Minja, C. Lwasye for helping to record the data. Dr. J. Middleton and anonymous reviewers are thanked for reviewing the manuscript and for providing useful suggestions.

* Department of Botany, University of Dar es Salaam, P. O. Box 35060, Dar es Salaam, Tanzania.

There were four treatments and each treatment was replicated eight times. In the first treatment there was no competition; in the second treatment there was root competition; in the third treatment there was shoot competition; and in the fourth treatment there was full competition (shoot and root). For details of the experimental design see Donald (6).

The plants were grown in a green house, the boxes being arranged in a randomized block design. During the first 21 days of the experiment, each box was irrigated daily with one litre of distilled water on each side of the root system partition. After the initial 21 days when the plants had attained larger size, each box was irrigated with two litres of distilled water on each side of the root partition.

For each treatment there were four harvests at intervals of 21 days. At each harvest the length and breadth of individual leaves were measured and the roots, stems, leaves and seeds (obtained at the final harvest) were then oven dried at 80°C for 24 hours and weighed. The relative growth rate (RGR) was calculated using the formula of Fisher (8). The net assimilation rate (NAR) was calculated using the formula of Williams (16). The leaf area ratio (LAR) was calculated using the formula of Radford (14).

Results

The results are shown in Table 1 and 2 and Figures 1 to 4. Full and shoot competition caused a significant decrease in the forage dry weight of groundnuts when the competitive period exceeded 42 days (Table 1). Root competition had no significant effect on the forage dry weight of groundnuts. Full and shoot competition caused a significant decline in the assimilatory surface area of groundnuts when the

Table 1. Production of dry matter (g/plant)* of groundnuts in function of competitive period and types of competition.

Time of harvest (days after emergence)	Type of competition				Mean Square
	Full	Shoot	Root	None	
21	2.91 a	2.77 a	3.11 a	3.44 a	0.11
42	4.59 b	4.97 b	15.41 a	16.16 a	12.27
63	5.84 b	6.03 b	24.05 a	25.54 a	35.45
84	7.27 b	7.94 b	30.23 a	31.87 a	16.87

* Mean values for a harvest day followed by the same letter are not significantly different at the 5% level as determined by Duncan's multiple range test.

Table 2. Assimilatory surface area (cm²)* of groundnut plants in function of competitive period and type of competition.

Time of harvest (days after emergence)	Type of competition				Mean Square
	Full	Shoot	Root	None	
21	466.8 a	470.6 a	483.7	462.7 a	0.11
42	672.6 b	632.4 b	1754.7 a	1680.8 a	81.70
63	1725.7 b	1885.4 b	2996.5 a	3119.3 a	13.05
84	1899.4 b	1935.4 b	4391.0 a	4415.2 a	42.84

* Mean values for a harvest day followed by the same letter are not significantly different at the 5% level as determined by Duncan's multiple range test.

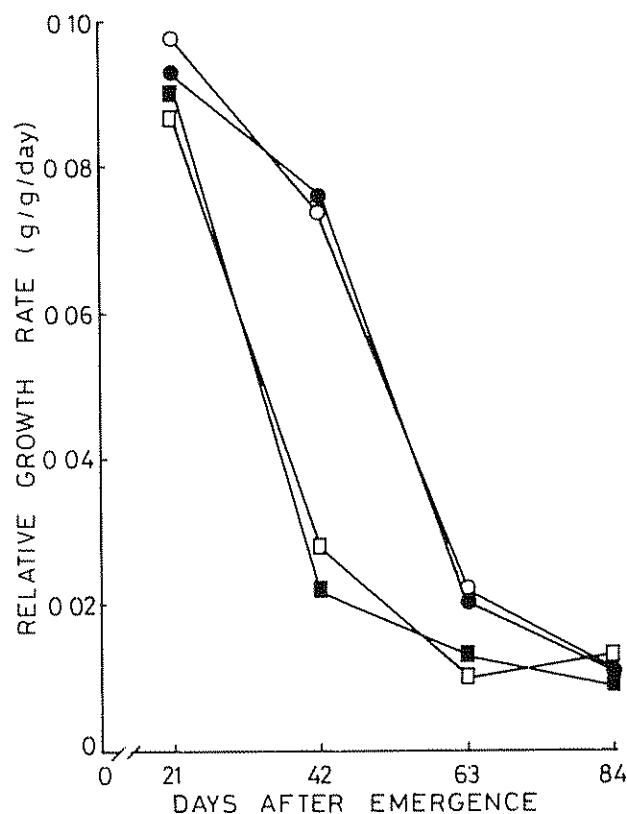


Fig. 1. Mean relative growth rates of groundnuts subjected to root competition (●), shoot competition (□), full competition (■) and no competition (○) with weeds.

duration of competition exceeded 42 days (Table 2). Root competition had no significant effect on the net assimilatory surface area of groundnuts.

Full and shoot competition caused a significant decrease in the RGR after a competitive period exceeding 42 days (Figure 1). NAR was not

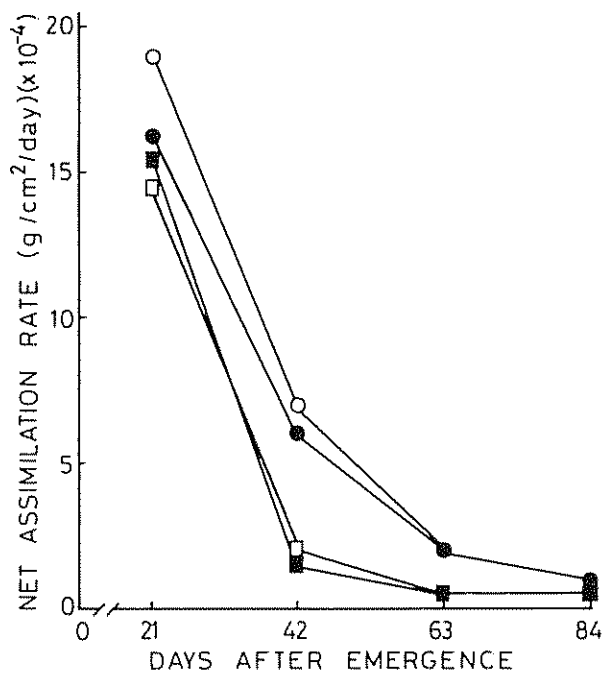


Fig 2. Mean net assimilation rates of groundnuts subjected to no competition (○), root competition (●), shoot competition (□) and full competition (■) with weeds.

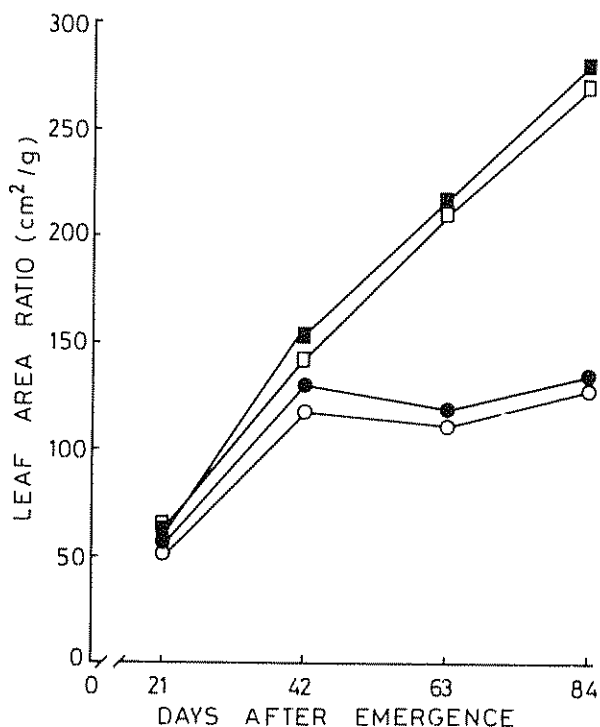


Fig 3. Mean leaf area ratios of groundnuts subjected to no competition (○), root competition (●), shoot competition (□) and full competition (■) with weeds.

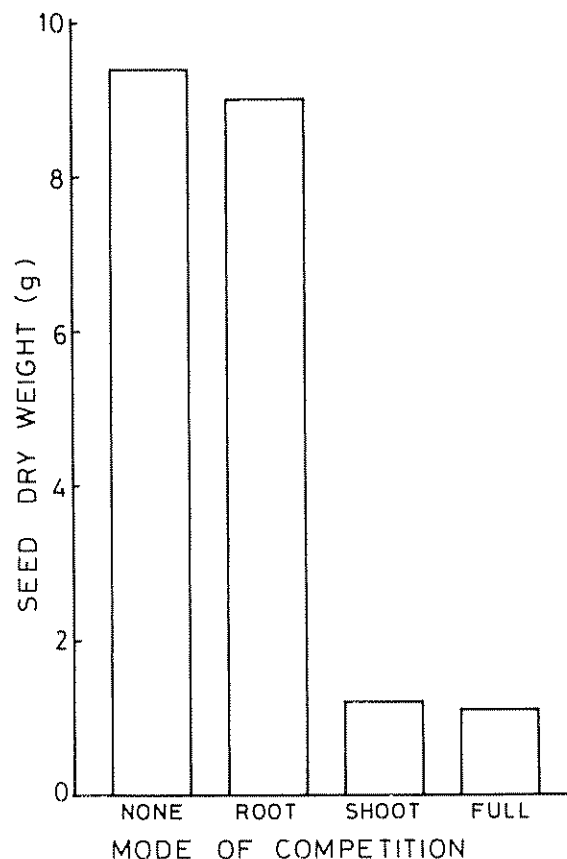


Fig 4. Seed dry weight of groundnuts subjected to none competition, root competition, shoot competition and full competition.

significantly affected by competition (Figure 2). The LAR of groundnuts was significantly increased by full and shoot competition, the increment being more marked after a competitive period of 42 days (Figure 3). Figure 4 shows that the smallest dry weight of seeds per plant of groundnut was recorded for those plants which were exposed to full and shoot competition.

Discussion and conclusions

The results of this experiment show that competition for light between groundnuts and *A. conyzoides* was more important than competition for soil nutrients. Groundnut plants subjected to full and shoot competition with *A. conyzoides* showed the characteristic responses to shading (1, 5): the RGR and NAR were reduced while the LAR was increased. Shading experiments by Blackman and Black (2) and Huxley (12), and studies of seasonal changes of NAR (3, 11) have shown that a decrease in NAR is positively correlated with a decrease in the amount of

light received by the plants. Low RGR for plants grown in the shade has also been reported by many workers (e.g. 5, 7, 9, 10)

When a groundnut plant was subjected to root competition with *A. conyzoides* a reduction in its supply of nutrients would be expected to lead to a decrease in the LAR (4, 5) and to have little or no effect on the NAR (15). It has been observed in this experiment that the NAR of groundnuts was not significantly affected when it was subjected to competition for soil nutrients with the weeds. In fact, at all harvests, the LAR of groundnut plants subjected to root competition with the weed was slightly higher than the one which was grown free of competition (Figure 3). This shows that competition for soil nutrients was not significant.

It may be worth noting that groundnut plants being legumes were able to avoid the competition for soil nutrients because they could utilize the nitrogen fixed by their root nodules. In this manner it could compensate for any shortages of soil nitrogen caused by weed competition.

Based on these results the following conclusions can be made: of the four modes of competition evaluated, shoot competition for light is shown to be the most important when *A. conyzoides* interact with groundnuts. The time at which the first groundnut growth reductions were observed was 42 days after emergence. This indicates that the first 42 days of the competition between groundnut plants and weeds constituted the critical period of the crop's growth cycle within which the weed exerted lasting competitive effects. The critical period (42 days after emergence) corresponded with the time at which there was a rapid increase in the leaf weed density. Weeding in groundnuts should therefore be done before 42 days after emergence.

Summary

An experiment was designed to investigate the effect of weeds on the growth of groundnuts (peanuts) in the greenhouse. Root competition had no significant effect on the forage dry weight of groundnuts. Shoot competition had a significant effect on the growth of groundnuts. Significant competitive effects of the weeds on the growth of groundnuts was observed after a competitive period of 42 days. It is concluded that shoot competition for light is the most important when groundnuts are infested with weeds and if good yield is to be obtained, weeds should be removed from groundnut farms before the critical period of 42 days after emergence.

Literature cited

- 1 BLACKMAN, G. E. Influence of light and temperature on leaf growth. Milthorpe F. L. ed. The growth of leaves. Proceedings of 3rd Easter School in Agricultural Science. University of Nottingham. London. Butterworths. 1956.
- 2 BLACKMAN, G. E. and BLACK, J. N. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. XI. A further assessment of the influence of shading on the growth of different species in the vegetative phase. *Annals of Botany* 23:51-63. 1959.
- 3 BLACKMAN, G. E., BLACK, J. N., and KEMP, A. W. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. X. An analysis of the effects of seasonal variation in daylight and temperature on the growth of *Helianthus annuus* in the vegetative phase. *Annals of Botany* 19:527-548. 1955.
- 4 BLACKMAN, G. E. and RUTTER, A. J. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. III. The interaction between light intensity and mineral nutrient supply in leaf development and in the net assimilation rate of the bluebell (*Scilla non-scripta*). *Annals of Botany* 12:1-6. 1948.
- 5 BLACKMAN, G. E. and WILSON, A. J. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. VII. An analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio and relative growth rate of different species. *Annals of Botany* 15:583-408. 1951.
- 6 DONALD, C. M. The interaction of competition for light and for nutrients. *Australian Journal of Agricultural Research* 9:421-432. 1958.
- 7 EAGLES, C. F. Competition for light and nutrients between natural populations of *Dactylis glomerata*. *Journal of Applied Ecology* 9:141-151. 1972.
- 8 FISHER, R. A. Some remarks on the methods formulated in a recent article on the quantitative analysis of plant growth. *Annals of Applied Biology* 7:367-372. 1921.
- 9 GRIME, J. P. and JEFFREY, D. W. Seedling establishment in vertical gradients of sunlight. *Journal of Ecology* 53:621-642. 1955.
- 10 HARPER, J. L. Population biology of plants. London. Academic Press. 1977.

- 11 HODSON, G. L. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. XIII. A comparison of the effects of seasonal variation in light energy and temperature on the growth of *Helianthus annuus* and *Vicia faba* in the vegetative phase. *Annals of Botany* 31:291-308. 1967
- 12 HUXLEY, P. A. The effects of artificial shading on some growth characteristics of Arabica and Robusta coffee seedlings. I. The effects of shading on dry weight, leaf area and derived growth data. *Journal of Applied Ecology* 4:291-308. 1967
- 13 PAVLYCHENKO, T. K. Investigations relating to weed control in western Canada. In Whyte, R. O., ed. *The control of weeds*. Oxford University, Press, 1940
- 14 RADFORD, P. J. Growth analysis formula, their use and abuse. *Crop Sciences* 7:171-174. 1967
- 15 WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agronomy* 4:101-145
- 16 WILLIAMS, R. F. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Annals of Botany* 10:41-72. 1946

Reseña de libros

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. 20a ed. Madrid: Espasa-Calpe. 1984. 2 v.

Al iniciarse el año 1985, ha aparecido en las librerías de América Latina una nueva edición, la vigésima, del "Diccionario de la lengua española". Tratándose de la guía oficial sobre los vocablos de nuestro idioma, es natural la curiosidad que ha despertado y la búsqueda en él de palabras nuevas. En el prólogo la Academia anuncia que hay más de 20 mil vocablos nuevos, en buena parte términos científicos. A esto se deben agregar nuevas acepciones, ampliaciones de significado o cambios en definiciones poco satisfactorias. La Academia ha decidido que esta edición aparezca en dos volúmenes, en vez de dejar que el Diccionario crezca como el norteamericano Webster International.

Un ejemplo de cambio de significado lo encontramos en *virus*. Su definición, hasta ahora, lo hacía casi un sinónimo de bacteria y se adoptaba el término *ultravirus* para identificar este tipo de ente, poniendo énfasis en su cualidad de filtrable. En la nueva edición se pone un poco más al día el concepto de virus, diferenciándolo de las bacterias, aunque sin seguir a los científicos en sus recientes hipótesis sobre su naturaleza, según las cuales se les considera como nucleoproteídos que se propagan como entes vivos. Pero, suponemos, comprender y describir esto sería quizás demasiado para los académicos de la lengua, en su

mayor parte literatos y poetas. Se añade el sustantivo *virosis* pero no se incluyen los correspondientes adjetivos, que como *vírico*, relativo a los virus, y *virótico*, relativo a las virosis, están usando los científicos. Tampoco figura el adjetivo *viroso*, que Font Quer (Diccionario de Botánica, Labor, 1953) reserva para indicar un olor desagradable.

El cambio de la definición puede también reflejar una ampliación de significado, al ser adaptado el vocablo a otras disciplinas. Así, *parámetro*, que figuraba como término geométrico, sólo como nombre de una línea constante e invariable que entraba en la ecuación de una curva, aparece en 1984 como matemático, como una variable, que en una familia de elementos sirve para identificarla.

Otras veces se presenta una nueva acepción del vocablo, sin que haya sustitución. Así, *esperanza* es aceptada en 1984 como la cuarta acepción, esta vez estadística, es decir una variable aleatoria como constante de una población. Igualmente, *correlación* aparece en 1984 con una segunda acepción, estadística también, como dependencia mutua de variables aleatorias. Un tercer ejemplo es *plasma*, que como término físico se está enseñando desde hace algún tiempo a los adolescentes como el cuarto estado de la materia, en el que los átomos se ionizan por agitación térmica, perdiéndose sus electrones, y que recién aparece en el Diccionario ahora como una cuarta acepción.

Una ligera búsqueda de términos científicos nuevos revela que, si bien hay muchos recién acepta-

dos, no son en realidad muy numerosos como para acortar el retraso que tiene la Academia con las palabras que usa la ciencia contemporánea. Es verdad que existen diccionarios especializados, algunos de los cuales reciben el consenso de los científicos y se convierten en verdaderas guías, pero lo que siempre se ha deseado es que esos vocablos sean incorporados oficialmente al idioma. En un tiempo se creyó que la Academia de la Lengua iba a valerse de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, para decidirse sobre los términos que iban apareciendo continuamente como resultado de los progresos de las ciencias. Esa labor la ha estado efectuando la Academia de Ciencias hace más de diez años, publicando fascículos en su *Revista*, los que parecen destinados a convertirse en sendos glosarios para cada ciencia, o quizás en un diccionario general científico. Esta esperanza no se ve realizada todavía, a pesar de la aceptación de algunos términos por la Real Academia.

Por ejemplo, en estadística hemos comparado términos sugeridos por la Academia de Ciencias con los del nuevo Diccionario. Ya hemos señalado que la Academia de la Lengua ha aceptado *esperanza*, *parámetro* y *correlación*. Pero no ha aceptado muchos otros como *regresión*, *covarianza* y *dispersión*. En biología, se han aceptado *alelo* y *genoma*, pero no *fosfolípido* y *axénico*. En física y química se han aceptado *holografía*, *láser* y *plasma*, pero no *cuásar*, *hidrazona* y *mesómero*. En el caso de *impedancia*, aceptado en 1970, ahora se agrega como principal, *impediencia*.

Existen otros ejemplos, en los que se incorpora al lenguaje un concepto, pero no se le acompaña con el adjetivo y verbo correspondientes. Y viceversa, también. Así, se incorpora *palatabilidad*, hasta hace poco un anglicismo aplicado a los pastos y alimentos para el ganado, pero no figura el adjetivo *palatable*, más necesario. Se acepta *floculación*, pero no *flóculo*. Esto parece que con el tiempo se corrige; así, se acepta el sustantivo *isóbara*, cuando desde 1970 se permitía el adjetivo *isobárica*. Uno se pregunta si, al ver aceptado *chequeo*, en el sentido de reconocimiento médico, cabe esperar que en la próxima edición podremos ver aparecer el verbo *chequear*.

En conclusión, el Diccionario de la Academia sigue siendo poco satisfactorio para el científico. La nomenclatura científica seguirá siendo aceptada y regulada por los propios especialistas, los que en muchos casos delegan autoridad a organismos internacionales, como para la nomenclatura química y para el Sistema Internacional de Medidas (SI).

Otro caso es el de las palabras de uso corriente, en las que la autoridad de la Academia es útil para evitar la contaminación del idioma, especialmente con barbarismos procedentes del inglés o francés.

El proceso de incorporación es aquí justificadamente lento.

Como ejemplos podemos mencionar algunos. *Influenciar* es en esta edición aceptado y entra así al idioma como sinónimo de *influir*. Este verbo, considerado por mucho tiempo como anglicismo, fue defendido hace muchos años por Unamuno. Otra palabra útil es *concertación*, aceptada como acción de *concertar*. Es verdad que figuraba en su lugar *concerto*, pero este había adquirido una relación profunda con la música, que hacía incómodo su uso fuera de ese contexto. También hacen su aparición en el Diccionario *recauchar*, *recauchado* y *recauchutar*.

Quizás lo más importante para el usuario son las palabras, consideradas como incorrectas, que siguen sin aparecer. Esto quiere decir que esos vocablos deben evitarse al escribir y buscar sus equivalentes en el castellano, aun cuando uno los encuentra diariamente en los periódicos, la televisión y la radio, o, en el caso de científicos, uno los encuentra en sus lecturas en inglés y francés, en acepciones que no existen en español. Así siguen siendo incorrectas las siguientes:

- Asumir, anglicismo en el sentido de suponer;
- Escogencia, por selección o escogimiento;
- Abstracto, como resumen o compendio;
- Aplicación, como solicitud;
- Consistencia, como relación de una cosa con otra. Lo correcto es consecuencia, congruencia o coherencia;
- Directorio, como lista de abonados;
- Efectivo, como eficaz;
- Implementar, como poner en marcha;
- Nutriente, como nutrimento;
- Realizar, por comprender o darse cuenta;
- Reporte, como informe (sólo como noticia);

En conclusión, el Diccionario sigue siendo importante para el buen uso del lenguaje cotidiano, más no para el especializado, como el de las ciencias.

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

CROSSBREEDING THE NIGERIAN INDIGENOUS PIGS. EFFECT OF
CROSSING AND EARLY WEANING ON SOW PERFORMANCE¹ /

O. A. ADEBAMBO*

Resumen

Durante los años de 1979 a 1981 se estudió el comportamiento reproductivo del cerdo híbrido indígena de Nigeria, comparándolo con hembras de la raza pura Large White y con el híbrido Large White x Hanshire. Las características estudiadas fueron el peso de los lechones al nacer y a los 56 días, el tamaño y peso de las camadas al nacer y a los 56 días, el intervalo entre el parto y el celo y entre partos consecutivos, el promedio de lechones en las camadas, promedio de las camadas producidas por hembra, por año y total de lechones producidos por hembra, por año con edades al destete de 28, 42 y 56 días, considerando 5 partos consecutivos.

Con excepción del ciclo estral y el intervalo entre partos, hubo diferencias significativas entre los periodos de lactancia.

Sin embargo, diferencias raciales significativas ($P < 0.05$) se observaron en cuanto al total de lechones destetados, total de vida reproductiva, intervalos entre destete y celo, entre partos y monta y camadas producidas por hembra por año. Con relación al promedio de las razas, las hembras Hanshire cruzadas tuvieron cerca de un tercio de cerdo más por camada que los Large White puros, retornan al celo aproximadamente dos días antes después del destete y reducen en 3 días el periodo entre partos produciendo cerca de medio cerdo extra por hembra por año.

Por otro lado, la hembra híbrida indígena, con una reducción de aproximadamente 1 cerdo por camada producida, presenta un retorno al celo 7 días más pronto comparado con las líneas exóticas ($P < 0.05$) y un ciclo entre partos menor en 9 días ($P < 0.01$) y produce 0.13 camadas por hembra por año por encima de las dos camadas observadas para la raza pura Large White; por lo tanto, la producción de cerdos al año es únicamente dos tercios de cerdo menor.

La reducción del periodo de lactación produce un intervalo entre parto y monta de 13 a 26 días más corto y cerca de 4 a 15 días menos en la vida reproductiva necesaria para producir 5 camadas consecutivas por hembra.

Algunos de estos atributos del potencial reproductor de la línea híbrida indígena deberían ser explotados.

¹ Received for publication on May 5, 1984

The author acknowledges the assistance of Mr J. O. Jonathan for collection of some of the data and Dr. Judson U. Mequire Jr. of the International Institute for Tropical Agriculture IITA during the analysis of the data.

* Institute of Agric. Research & Training, PMB 5029, Ibadan, Nigeria

Introduction

The number of pigs marketed per sow per year is the most important factor for the commercial pig producer. It is usually more profitable to raise two litters from each sow each year; therefore, a practical goal will be to farrow more pigs per sow per

year by shortening the interval between parturitions without lowering conception rate and litter size. Several investigators have studied the effect of lactation length on sows reproductive performance (1, 2, 3, 5), each studying factors ranging from oestrus in suckling and non suckling sows to reproductive performance subsequent to weaning piglets at birth

This study was conducted to investigate the general effect of reduction in lactation length, to evaluate the performance of the Nigerian Indigenous crossbred pig line and to examine areas to exploit the reproductive potential of the Nigerian Indigenous pigs

Materials and methods

A total of 45 sows were used between 1979 and 1982 comprising 15 sows each of the exotic and Indigenous crossbred dams and the pure Large White with 5 sows per breed from each group weaned at 28, 42 and 56 days of age respectively. They were penned in three groups according to breed and age at weaning, standardized to their age at first oestrus. The crossbred sows were first crosses between the Large White and Hampshire breed (Lw Ha) as the exotic and the Large White x Indigenous breed

(Lw In) respectively. The foundation stock of the exotic breeds were imported into this herd (Institute of Agricultural Research and Training pig herd) as far back as 1974 while the Indigenous pigs were brought in 1977. The Indigenous were those pigs which are assumed to have originated in the West African Coastline region, characterized by their multiple colour combination, smallish size and narrow scraggy conformation, condemned as being of little or no commercial value but which are now being evaluated for their commercial attributes through crossbreeding.

All sows were housed and group fed in indoor concrete floored pens equipped with self feeder and concrete water trough. They were fed 2.6 kg commercial breeders ration (Table 1) twice daily and watered *ad libitum*.

Each sow was served twice within 24 hours of heat. A sow is removed from her group a week prior to farrowing and penned separately in the farrowing crate where there are provisions for creep feeding and nest boxes to provide warm area for the piglets. After farrowing, the sows were fed 3.2 kg of feed per day plus additional 0.3 kg per day per piglet suckled above 5 piglets. The piglets were creep fed from second week of age on a 20% crude protein ration.

Table 1. Percent composition of sow breeders diet and creep feed available from farrowing to weaning

Feed Component	Sow feed	Creep feed
Maize	62.5	54.5
Groundnut	18.00	22.00
Blood meal	5.00	6.00
Rice bran	6.00	3.00
Brewers grains	5.00	—
Fish meal	—	4.00
Bone meal or Dicalcium phosphate	1.75	2.00
Oyster shells	0.75	0.75
Salt	0.50	0.25
Palm oil	0.50	—
Vit-min premix ¹	—	0.5 kg/ton
Protein %	16.59	20.20
Calculated Energy MJ, DE/kg ²	11.05	12.85
Ca %	0.75	0.82
P %	0.68	0.74
Lysine %	0.72	1.04

1 Pfizer product supplying the following vitamins per kilogram of diet: A 9323 iu; D 1965 iu; B₁₂ 10 mg/ton; riboflavin 41 mg; niacin 246 mg; pantothenic acid 98 mg; folic acid 10 mg and the following trace elements per kilogram of diet: Manganese 341 mg; Copper 244 mg; Zinc 100 mg; Iodine 20 mg and Oxytetracycline hydrochloride 20 mg per ton

2 Energy was calculated using the formula:

$$\begin{aligned}
 \text{DE (mg/kg)} &= 14.2 - 0.45 (\text{CF} \%) + 0.25 (\text{L} \%) \\
 \text{CF} \% &= \text{percent crude fibre (Ref. 8)} \\
 \text{L} \% &= \text{percent fat in diet (Ref. 8)}
 \end{aligned}$$

Table 2. Least square means for some production parameters.

	df.	Total life spent	Total pigs born	Pigs/sow/year	Weaning oestrus	Part – Part
Source of variation						
Lactation	2	1 192 704	7 448	0 008	11 024	18 534
Breed	2	28 236 926	125 778	3 008	111 125	189 291
Breed x lactation	4	862 481	2 222	0 282	18 217	10 966
Animal within breeds	4	24 544 037	22 333	6 354	338 400	518 847
Lactation x animals	8	629 593	6 111	0 711	9 599	15 635
Breed x animals	8	616 481	14 278	1 559	34 670	40 718
Breed x lactation x animals	16	1 013 204	2 806	2 130	23 904	22 376

Statistical Analysis

The data was analysed using the IITA RS TS VI crisp model. The model being $y_{ijk} = \mu + L_i + B_j + (BL)_{ij} + E_{ijk}$ for factors due to lactation lengths (L_i) breed of dam (B_j); the interaction effect ($(BL)_{ij}$) and E_{ijk} the random normal deviate. Differences between means were compared by the Duncan's multiple range while deviation in performance was estimated by least square means (Table 2)

Results

There were insignificant differences in the performance of the sows within the periods of lactation for most traits studied (Table 3) but significant ($P < 0.05$) breed effect on pigs raised to 56 days of age, total reproductive life spent by the different dams, interval between weaning and oestrus and between parturitions and subsequent mating

Highly significant ($P < 0.01$) breed effect was similarly recorded for the total pigs born within the period, average pig 56 days weight but no differences were recorded in the total litter born, individual pigs birth weight and the number of pigs produced per sow per annum

Lactation length

Dams weaned at 42 days of age had on the average more pigs born and weaned over the total reproductive period (Table 4); 8 49 pigs born as against 8 13 and 8 38 of dams weaned at 28 and 56 days of age and 7 64 weaned compared to 7 51 for the other periods. There were insignificant differences in the average pig birth and recorded weights at 56 days of age with values of 1 51, 1 57 and 1 60 kg at birth and 8 22, 8 21 and 8 35 kg respectively for

28, 42 and 56 days of age indicating only minor reduction in the animal weights with reduction in lactation length

On the contrary more litters though insignificant were farrowed per dam per annum and slightly more pigs too were raised per dam when lactation length was reduced to 28 days with values of 2 18 compared to 2 14 in other periods and 16 38 compared to 16 32 and 16 33 pigs produced with 42 and 56 days weaning. Although the interval between weaning and return to oestrus was insignificant between the periods, significant decreases ($P < 0.05$) were recorded between parturition and mating and interval between subsequent parturition with values ranging from 43 to 69 days and 158 to 183 days respectively. The least square estimates (Table 5) revealed that the reduction in lactation length resulted in 13 to 26 days reduction in days between parturitions and matings with a resultant 4 to 15 days reduction in total reproductive life spent to produce 5 litters per dam

Effect of crossing

Significant breed differences were recorded in almost all traits studied except for the average pig birth weight and the total number of pigs born per dam per annum (Table 6)

Highly significant breed differences ($P < 0.01$) were recorded for the average litter size at birth with values of 8 60, 8 91 and 7 49 pigs born by the pure Large White, the crossbred Hampshire and the crossbred Indigenous pigs respectively, the Indigenous breed significantly differing from the others. Similar differences were recorded for the pigs weight at 56 days with values of 8 55, 8 99 and 7 25 kg. Significant breed differences ($P < 0.05$) were also recorded for other traits such as the total

Table 3. Significance of effects.

	TLS	IPB	IPW	Av PB Wt	Av PW Wt	RLS	P/S/Y	L/S/Y	W-Oe	Part-Mat.	Part-Part.
Lactation lengths	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Breed	**	**	*	**	**	*	N S	N S	N S	N S	*
Lactation x breed	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Animals	**	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	*	*	*
Lactation x animals	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Breed x animals	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Lactation x breed x animals	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

TLS	=	Total life spent
IPB	=	Total pigs born
IPW	=	Total pigs weaned
Av P B Wt	=	Average pigs birth weight
Av P W Wt	=	Average pigs weaning weight
RLS	=	Reproductive life spent
P/S/Y	=	Pigs per sow per year
L/S/Y	=	Litter per sow per year.
W - Oe	=	Weaning date to oestrus
Part - Mat	=	Parturition to mating (days)
Part - Part	=	Parturition to parturition
*	=	P < 0.05
**	=	P < 0.01

Table 4. Performance in relation to lactation length.

	A	B	S	S.E. of Mean	Significance
Lactation lengths (days)	28	42	56	---	---
Sows	15	15	15	---	---
Average pig born (5 lactations)	8.13	8.49	8.38	0.41	N S
Average pig raised to 56 days	7.51	7.64	7.51	0.48	N S
Average pig birth weight (kg)	1.51	1.57	1.60	0.058	N S
Average pig 56 days weight (kg)	8.22	8.21	8.35	1.74	N S
Total reproductive					
Life spent (years)	2.31	2.34	2.30	0.08	N S
Litters/sow/year	2.18	2.14	2.14	0.043	N S
Pigs/sow/year	16.38	16.32	16.33	0.66	N S
Intervals: (days)					
Weaning - oestrus	14.78	13.47	12.58	2.54	N S
Parturition - mating	43.11 a	55.47 b	68.58 c	3.04	*
Parturition - Parturition	157.58 a	169.23 b	182.79 c	2.98	*

* = P < 0.05.

a - c = Means followed by a different superscript differ significantly

pigs raised to 56 days, the total reproductive life spent, interval between weaning and subsequent oestrus, total litter produced per dam per annum, the interval between parturitions and matings. The least square estimates revealed the improvement attained through crossbreeding the Large White pigs with either the Indigenous or exotic pig (Table 7). There were increases in the birth weight of the pigs

(0.12 kg), earlier return to oestrus (2.42 days) and interval between parturitions (2.82 days) and a significant ($P < 0.05$) increase in number of pigs per dam per annum (0.54) when crossed with the Hampshire dams.

On the other hand, crossbreeding with the Indigenous pigs gave a reduction of about 1 pig per litter

Table 5. Deviation in lactation lengths.

	Lact. 3 - 1			Lact. 3 - 2		
	Difference	S.E.	Significance	Difference	S.E.	Significance
Part - Part	25.21	4.27	**	13.56	1.83	*
Part - Mat	25.47	3.84	**	13.11	2.54	*
W - Oe	- 2.20	0.113	N S	- 0.89	0.11	N S
P/S/Y	- 0.05	0.015	N S	0.01	0.005	N S
L/S/Y	- 0.04	0.003	N S	0.00	-	N S
RLS	- 0.01	0.001	N S	- 0.04	0.002	N S
Av PB Wt	0.09	0.049	N S	0.03	0.012	N S
Av PB	0.25	0.068	N S	- 0.11	0.019	N S

* = P < 0.05

** = P < 0.01

Table 6. Breed Performance.

Breeds	A	B	S	S.E. of Mean	Significance
Sire	Lw.	Lw	Lw	-	-
Dams	Lw	Lw x Ind	Lw x Hamp	-	-
Sows	15	15	15	-	-
Litters	15	75	75	-	-
Average litter size (birth)	8.60a	7.49b	8.91a	0.65	**
Average pigs raised to 56 days	7.67a	7.09b	7.91a	0.51	*
Average pig birth weight (kg)	1.54	1.48	1.66	0.03	N S
Average pig 56 days weight (kg)	8.55a	7.25b	8.99a	0.16	**
Total reproductive life (years)	2.35a	2.25	2.34a	0.16	*
Litter/sow/year	2.09	2.22	2.13	0.30	N S
Pigs/sow/year	16.37	15.76	16.91	1.39	N S
Intervals (days)					
Weaning - oestrus	16.59a	9.73b	14.50a	1.44	*
Parturition - mating	58.92a	51.73b	56.50a	1.57	*
Parturition - parturition	173.76a	164.79b	170.94a	1.104	*

* = P < 0.05

** = P < 0.01

a - b = Means followed by similar superscripts are not significantly different

produced (1.12), but with significant advantages of earlier return to oestrus (7.19 days), interval between parturitions (8.97 days), litter per dam per annum (0.13) and over-all 10% reduction (0.10 years) in total life spent to produce 5 litters

Discussion

In experiments where the reproductive potential of pigs had been evaluated, only small differences were observed in litter productivity of sows when pigs were weaned early (4, 5, 6, 7). Reduction of the

interval between parturitions without lowering conception rate was also reported (3). Similarly, linear decreases in number of days from weaning to oestrus was reported by most workers (1, 2) as lactation lengths increased

Similar results were reported by Moody and Spears (6) though not statistically significant. Early weaning definitely leaves the sows in a better condition to rebreed than prolonged nursing till 56 days; the piglets adjust earlier to rearing conditions when weaned to good quality weaners diet or milk substitutes

Table 7. Deviation over purebred Large White performance.

Breed	Lw - Lw x ha			Lw - Lw x Ind.		
	Difference	S.E.	Significance	Difference	S.E.	Significance
Litter size	-0.31	0.07	NS	1.12	0.50	NS
Birth weight	-0.12	0.028	NS	0.06	0.018	NS
Total life spent (years)	-0.01	0.005	NS	0.10	0.063	*
Litter/sow/year	-0.042	0.023	NS	-0.13	0.024	*
Pigs/sow/year	-0.54	0.49	NS	0.61	0.28	NS
Intervals						
Parturition - oestrus	2.42	0.44	NS	7.19	1.57	*
Parturition - parturition	2.82	1.10	NS	8.97	1.04	**

* = $P < 0.05$ ** = $P < 0.01$

Conclusions from these results indicated that average litter produced per dam per annum could be increased by shortening lactation. Although total number of pigs produced was not marginally different, the breed differences showed some advantages in the utilization of Indigenous pigs in crossbreeding with shorter recycling period, shorter gestation length and a cumulative advantage in the total days spent to produce 5 litters which were 1076, 1080 and 981 days respectively for the purebred, the crossbred exotic and the crossbred Indigenous respectively ($P < 0.01$), which could lead to significant reduction in the total cost of producing these pigs. The fact that there was no significant interaction between the lactation length and the breed made it mandatory for further study of the economic value derivable from reduced lactation lengths in terms of feed and space saved per dam under efficient herd management and strict culling procedure.

Summary

The reproductive performance of the crossbred Nigerian Indigenous pigs was studied in comparison with the purebred Large White and the crossbred Large White x Hampshire dam lines between 1979 and 1981. Traits studied were the birth weight of the piglets, litter size at birth, litter weights at birth and at 56 days, interval from parturition to oestrus, interval between consecutive parturitions, average litter produced per dam per annum and total piglets produced per dam per annum at weaning ages of 28, 42 and 56 days within five consecutive parities.

Except for the oestrus cycle and interval between parturition there were no significant differences between the lactation lengths. However, significant

breed differences ($P < 0.05$) in total pigs weaned, total reproductive life spent, intervals between weaning and oestrus, between parturitions and mating and litter produced per dam per annum were recorded.

On the breed average the Hampshire crossed dams had about one third more pigs per litter than the pure Large White, approximately 2 days earlier return to oestrus after weaning and 3 days shorter interval between parturition with approximately half a pig extra produced per dam per annum.

On the other hand, the crossbred Indigenous dam with a reduction of about 1 pig per litter produced, had a significant ($P < 0.05$) 7 days earlier return to oestrus compared to the exotic lines, and a corresponding highly significant ($P < 0.01$) 9 days shorter cycle between parturition, producing 0.13 litters per dam per annum over 2 litters recorded for the pure Large White thereby resulting in only approximately two-thirds lesser pigs produced per dam per annum.

The reduction in lactation length resulted in 13-26 days shorter interval between parturitions and matings and about 4-15 days in total reproductive life spent to produce 5 consecutive litters per dam.

Some of these significant attributes of the reproductive potential of the Indigenous crossbred line must further be exploited.

Literature cited

1. BAKER, L. N., WOHLING, H. L., CASIDA, L. E. and GRUMMER, R. H. Occurrence of oestrus in sows following parturition. *Journal of Animal Science* 12:33 1953.

- 2 COLE, D J A, VARLEY, M. A and HUGHES, P E Studies in sow reproduction The effect of lactation length on the subsequent reproductive performance of the sow *Animal Production* 20:401-406 1975.
- 3 ELLIOT, J I, KING, G J and ROBERTSON, J A Productivity performance of the sow subsequent to weaning piglets at birth *Canadian Journal of Animal Science* 60:65-71 1980
- 4 KEMN, E H, RAS, M N and SIEBRITS, F F Effect of age at weaning on sow productivity *South African Journal Animal Science* 10(2): 159-163 1980
- 5 MOODY, N W, BAKER, D S, HAYS, V W and SPEERS, V C Effect of reduced farrowing interval on sow productivity *Journal of Animal Science* 28:76-79 1969
- 6 MOODY, N W and SPEERS, V C Factors affecting sow farrowing interval *Journal of Animal Science* 32:510 1971
- 7 PHUAH, C H, JIKEN, R, SOO, S F and ROCH, J J Note on early weaning of piglets and their subsequent performance to 60 days old *Malay Agriculture Journal* 52:219-222 1980
- 8 WHITTEMORE, C T Dietary concentration of energy **In** Pig production scientific and practical principles London, Longman, 1980. pp 44-45

SERIE DE LIBROS Y MATERIALES EDUCATIVOS

Arroz en los trópicos

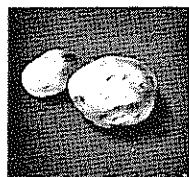


Robert F. Chandler

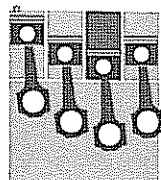
crédito rural



Alicia Mestibá



DIAGNOSTICO DE FALLAS EN MOTORES DE COMBUSTION



L...

	PRECIO USS
- Acarología. <i>E. Doreste</i>	12.50
- Administración de empresas asociativas de producción agropecuaria. <i>H. Murcia</i>	7.00
- Agroecología del trópico americano <i>P. Montaldo</i>	3.50
- Articulación social y cambio técnico en el agrolatinoamericano. La producción de azúcar en Colombia <i>E. Trigo y M. Piñeiro</i>	9.50
- Arroz en los trópicos <i>R. F. Chandler</i>	10.00
- Associative farm management. <i>H. Murcia</i>	9.60
- La batata o camote. <i>F. Folquer</i>	4.00
- En busca de tecnología para el pequeño agricultor <i>A. Marzocca</i>	14.00
- Cambio técnico en el agro latinoamericano. Situación y perspectivas en la década del 80 <i>E. Trigo y M. Piñeiro, Coordinadores</i>	7.00
- Caribbean seminar on farming systems research methodology. <i>Varios</i>	13.00
- Compendio de agronomía tropical. <i>IICA/Embajada de Francia</i>	8.00
- Compendio de mercadeo de productos agropecuarios <i>G. Mendoza</i>	9.00
- Comunicación escrita <i>A. Mac Lean</i>	3.00
- Conservación de suelos. <i>F. Suárez de Castro</i>	6.00
- Crédito rural <i>J. Vélez</i>	10.00
- Cultivo de cítricos <i>Ch. Morin</i>	14.00
- Cultivo de raíces y tubérculos tropicales <i>A. Montaldo</i>	4.50
- Cultivo y mejoramiento de la papa <i>A. Montaldo</i>	12.00
- Diagnóstico de fallas en motores de combustión interna <i>J. Gilardi</i>	3.50
- Ecología basada en zonas de vida <i>L. Holdridge</i>	5.00
- Elementos del diseño del tractor y herramientas de labranza <i>J. Ashburner y B. Sims</i>	8.50
- Enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola <i>A. Saravia</i>	5.00
- Estrategias de enseñanza-aprendizaje <i>J. Díaz Bordenave y A. Martins P.</i>	10.50
- Farm management handbook <i>G. Guerra</i>	16.50
- Física de suelos <i>W. Forsythe</i>	4.00
- Guía para la elaboración de proyectos <i>S. Miragen, Coordinador</i>	6.00
- Introducción a la estadística <i>W. Caballero</i>	4.50
- Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias. Manual de instrucción programada <i>J. A. Aguirre</i>	7.00
- Introducción a la fitopatología <i>L. C. González</i>	3.00
- An introduction to the diagnosis of plant disease <i>Ch. Brathwaite</i>	2.50
- Management of low fertility acid soils of the american humid tropics <i>Varios</i>	15.00
- Manual de administración de empresas agropecuarias <i>G. Guerra</i>	7.00
- Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas <i>M. Holle y A. Montes</i>	5.25
- Métodos de investigación fitopatológica <i>E. R. French y T. T. Hebert</i>	6.50
- Mineralogía de arcilla de suelos <i>E. Besoain</i>	30.00
- Modelos operacionales de reforma agraria y desarrollo rural en América Latina <i>A. Garcia</i>	5.00
- Motores de combustión interna. <i>J. Gilardi</i>	4.00
- Organización de la investigación agropecuaria <i>E. Trigo y M. Piñeiro</i>	11.90
- Organización y administración de la investigación agrícola <i>I. Arnon</i>	9.00
- Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. <i>A. B. S. King y J. L. Saunders (Distribución)</i>	15.00

continúa en pág. 278

Resumen

Con el uso intensivo de fungicidas con base en cobre, desde 1960 el contenido de Cu extractable en los suelos dedicados a plantaciones de cacao, en la región de Ibadán, Nigeria, se ha incrementado y es significativamente mayor que en suelos de bosques secundarios en la misma región. El contenido de Cu en el extracto superior de los suelos de plantaciones de cacao se mostró entre 0.4 a 12.2, con un promedio general de 2.68 ppm en las 60 muestras analizadas. El promedio de Cu en el estrato superior del suelo del bosque secundario es de solamente 1.37 ppm. El aumento en los niveles de Cu en los cacaotales es más significativo en los primeros 15 cm del suelo que a mayores profundidades, en donde muchos suelos sólo presentan trazas de Cu.

El contenido de Cu en el suelo se correlaciona positivamente con el Ca⁺⁺ intercambiable, con el CCI y con el contenido de cieno y arcilla, mientras que está negativamente correlacionado con el contenido de arena. El contenido actual de Cu en el suelo no parece ser tóxico para los cacaoteros, probablemente debido al moderado contenido de materia orgánica y estado nutricional del suelo y a su reacción neutra o ligeramente ácida.

Introduction

The accumulation of copper in soils has been investigated in the large coffee plantations of East Africa which are regularly sprayed with copper fungicides (1, 2).

But there are no comparable documented studies on the copper content of soils under peasant tree crop plantations, especially, cocoa. In Nigeria, for example, studies have focused rather on the effectiveness of various fungicidal copper compounds on the cocoa disease, *Phytophthora palmivora* (4) and on the fertilizer response (8, 9) and micronutrient nutrition of cocoa trees.

The widespread use of copper fungicides dates back to about 1960 when the government of Western Nigeria established a subsidy scheme to encourage farmers to apply the chemicals Bordeaux mixture (copper sulphate) is the standard fungicide recom-

mended to the farmers although Perenox (cuprous oxide) is used also and has been found to be equally effective (4).

This study examines the EDTA extractable-Cu content of soils under peasant cocoa farms in south-east Ibadan region, which used to be the core of the cocoa belt of central western Nigeria (3).

Study area

This study was conducted in Akanran area, south-east of Ibadan city. It lies within the oldest cocoa growing part of Ibadan region where most of the soils have been under cocoa for up to eighty years. The area, which lies between the river Osun and its tributary river Oni, is underlain mainly by schists and migmatized biotite and biotite-hornblende gneiss. The soils mainly Orthic and Chromic Luvisols belong to the Egbeda, Association, that is, "fine-textured brown-brownish red, fairly clayey to clayey soils, overlying red, brown, yellow and white mottled clay to depths in excess of 5 m" (7). However, there are steep valleysides and footslopes where coarse-textured soils (Chromic and Ferric Luvisols, and some Plinthic Luvisols) of the Iwo Association occur.

¹ Received for publication in September, 1984

* Department of Geography, University of Ibadan, Ibadan

The area receives over 1 270 mm rainfall annually and has 240-250 rain days in the year. The mean annual temperature is about 27°C. The natural "dry" tropical forest has virtually disappeared and is now replaced by a mosaic of tree crop plantations and patches of forest fallows on the more sandy soils.

Materials and methods

Many cocoa farms in Akanran area now are largely dominated by kolanut trees. Such farms were excluded from this study. Fifteen suitable peasant farms which are still largely composed of cocoa trees were sampled; 60 sampling points were selected. The soils were sampled, with the aid of a core sampler, at two depths; 0-15 cm, and 15-30 cm. Besides, 10 sampling points were located in a secondary forest in the same vicinity-for comparative purposes. Unfortunately, this forest patch is located on a valley side where the soils are significantly more sandy than on the broad interfluvies on which most of the cocoa farms are sited. The field evidence also suggests that the forestland had once been planted with cocoa and then converted to arable farmland before being left to revert to forest.

In addition to EDTA extractable-Cu (using dilute 0.1N HCl as extracting agent), the soil samples were analysed for particle-size distribution (by the hydrometer method), pH (soil: water ratio of 1:2), organic carbon (Walkley-Black method), total nitrogen (micro-Kjeldal method), exchangeable calcium and magnesium (by atomic absorption spectrophotometry using ammonium acetate leachate), potassium by flame photometry and cation-exchange capacity by the summation method.

The mean and coefficient of variation of the data on each soil parameter have been calculated as well as the correlation between copper content and the other soil properties. The Student's t-test has been used to compare the mean copper contents of the soils under cocoa and under forest regrowth vegetation.

Results

Table 1 summarises the laboratory data on the soils giving the range of values, the group mean and the coefficient of variation for each soil parameter. The extractable-Cu contents of the cocoa topsoils range from 0.4 to 12.2 ppm; but most are in the range 1.0 to 5.4 ppm and the group mean is only 2.68 ppm which, nevertheless, is significantly higher than the mean of 1.37 ppm for the top layer of the forest soils (t-test at 5% confidence limit). The concentration of copper in the subsoils (15-30 cm) under

cocoa are significantly less than in the topsoils; 25 per cent of the samples only show traces of copper while about half have copper levels below 1.5 ppm. The subsoil mean is 1.01 ppm which is not significantly higher than the mean value of 0.90 ppm for the forest subsoils.

Table 2 shows the results of the simple Pearson product moment correlation analysis, between copper content and every one of the other soil properties analysed. For the cocoa topsoils, copper content has significant positive correlations with exchangeable calcium, cation-exchange capacity and the silt and clay contents. By contrast, it is significantly negatively correlated with sand content. In the subsoil, copper has significant positive correlations only with silt and clay contents; it is also negatively correlated with sand content.

As for the forest soils, the only noteworthy relationship is the negative correlation between copper content and base saturation in the topsoil.

Discussion

The copper contents of the cocoa soils under study are fairly low compared with those of soils under coffee in East Africa which are regularly sprayed with copper fungicides. For instance, Aduayi (1) obtained topsoil copper levels ranging from 3 to 11 ppm with a mean of 7 ppm. Similarly, in the subsoil he obtained copper levels ranging from 1 to 9 ppm with a mean of 4 ppm. The irregular and variable use of fungicides by peasant cocoa farmers may account for the comparatively low levels and wide variations (as judged by the CV values) in the extractable-Cu content of the cocoa soils. A questionnaire interview of the cocoa farmers revealed that the rate of application of fungicides annually by individual farmers varied from about 3 litres/ha to 67 litres/ha, although most farmers fell in the range of 3-22 litres/ha. Most farmers apply the fungicides three times in a year; but a few can only afford a single application while some claim to apply the chemicals four to six times in a year.

There is no evidence that the copper levels such as have been analysed for these soils are toxic to the cocoa trees. Similarly, Aduayi (1) did not find any symptoms of copper toxicity on the coffee plantations despite the high copper levels of the soils. He suggested that it was probable that the normal growth of the trees and the absence of copper toxicity could be due to the large amounts of fertilizers regularly applied on the plantations. The same factor cannot be used to explain the situation in Akanran area; only a few farmers claimed to have applied chemical

fertilizers at one time or the other in the past and only four of them currently apply them fairly regularly. However, it is perhaps reasonable to assume that the low acidity of the soils and their moderate organic matter and exchangeable base contents are acting as buffer against increased levels of copper concentration in the soils. For example, it has been pointed out above that the copper content of the soils is significantly correlated with exchangeable calcium, cation-exchange capacity and the silt and clay contents. The negative though weak correlation between pH and copper content is worth noting also. Aduayi (2) has shown that copper toxicity is dependent on soil pH. He observed that acid soils (pH 4.5-5.0) receiving Cu concentrations greater than 5 ppm resulted in stunted growth of coffee trees while neutral-to-alkaline soils greatly reduced the stunting effects of high concentrations of Cu added to the soils. Copper is among the micro-nutrients that become very soluble at low pH so much so that they may become toxic to certain plants.

Jacinto *et al.* (5) observed that organic matter constituents (e.g. P) tend to absorb and form very stable complexes or chelates with copper added to the soil. This phenomenon is thought to help in reducing copper toxicity in soils having high organic matter levels. Furthermore, it is important to note that soil organic matter contributes substantially to the nutrient capital of tropical soils. The significance of soil organic matter in these cocoa soils is attested to by the correlation analysis (results not shown in Table 2) which indicates significant positive correlations between organic carbon and exchangeable calcium and magnesium and base saturation.

Summary

With the widespread use of copper fungicides since about 1960, the extractable-Cu contents of cocoa soils in Ibadan region, Nigeria, have increased and are significantly higher than those of soils under secondary forest in the same region. The cocoa top-soil copper levels range from 0.4 to 12.2 ppm with an overall mean of 2.68 ppm for all the 60 samples analysed. The mean copper level in the forest top-soils is only 1.37 ppm. The increase in copper levels in the cocoa soils is more significant in the top 15 cm than below where many soils show only traces of

copper. The soil copper levels are significantly correlated with exchangeable Ca^{++} , CEC and silt and clay contents whereas they are negatively correlated with sand content. The present soil copper levels do not appear to be toxic to the cocoa trees perhaps because of the moderate organic matter and nutrient status of the soils and their neutral-to-slightly acidic reaction.

Literature cited

- 1 ADUAYI, E. A. Composition of soil and coffee leaves on plantations under varying copper fungicide spraying regimes. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 53:63-68 1976.
- 2 ADUAYI, E. A. Relationship between varying levels of copper and soil pH on the growth and mineral composition of *Arabica* coffee plants. *Turrialba* 27(1):7-16 1977.
- 3 AGBOOLA, S. A. *An Agricultural Atlas of Nigeria*. Oxford, 1979.
- 4 FILANI, G. A. Effects of different fungicidal copper compounds on *Phytophthora palmivora*. *Turrialba* 26(3):195-301 1976.
- 5 JACINTO, A. O., BITTENCOURT, C. V. and MACHADO, P. R. Behaviour of copper in soils cultivated with sugar cane. *Turrialba* 26(3): 302-307 1976.
- 6 OJENIYI, S. O., EGBE, N. E. and OMOTOSO, T. I. Boron nutrition of Amazon cocoa (*Cacao theobroma*) in Nigeria I. Early results of fertilizer trials. *Experimental Agriculture* 17: 399-402 1981.
- 7 SMYTH, A. J. and MONTGOMERY, R. F. *Soils and Land Use in Central Western Nigeria*. Government Printer: Ibadan 1962.
- 8 WESSEL, M. Effects of fertilizers on growth of young cacao. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 47:63-66 1970.
- 9 WESSEL, M. Fertilizer experiments on farmers' cocoa in southwestern Nigeria. *Cocoa Grow Bulletin* 15:22-27 1970.

SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFE (*Coffea arabica*) CON LAUREL (*Cordia alliodora*)
Y CON PORO (*Erythrina poeppigiana*) EN TURRIALBA, COSTA RICA. I. BIOMASA
Y RESERVAS NUTRITIVAS*/

L. ALPIZAR¹, H. W. FASSBENDER², J. HEUVELDOP³, G. ENRIQUEZ⁴, H. FÖLSTER¹

Summary

The agro-forestry production systems of coffee (Coffea arabica) with laurel (Cordia alliodora), and coffee with poró (Erythrina poeppigiana), were studied in the "Experimento Central" of CATIE, Turrialba. The distribution of organic material and nutrients was determined for leaves, branches, stems and roots of each species. Similar analyses were made for the litter layer and the mineral soil (0-45 cm).

A summary of the results is given below.

	Coffee with laurel			Coffee with poró		
	Vegetation	Litter layer	Soil	Vegetation	Litter layer	Soil
Org mat (t/ha)	41.6	4.9	195.6	38.1	6.3	164.4
Nitrogen (kg/ha)	345	110	8 873	630	136	8 500
Phosphorus (kg/ha)	33.5	7.4	2 736	47.1	10.1	2 997
Potassium (kg/ha)	256	14.3	687	356	17.1	630
Calcium (kg/ha)	411	103	2 783	433	85.1	2 835
Magnesium (kg/ha)	113.7	19.2	587	107	14.5	573

The patterns of nutrient accumulation are discussed with respect to the characteristics of the agro-forestry systems and elements under study.

* Recibido para publicación el 28 de setiembre de 1984.

- 1 Estudiante graduado y profesor de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Göttingen, República Federal de Alemania, respectivamente
- 2 Profesor de la Facultad Técnica Forestal, República Federal de Alemania.
- 3 Coordinador Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica.
- 4 Experto en cacao, Departamento de Producción Vegetal, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Introducción

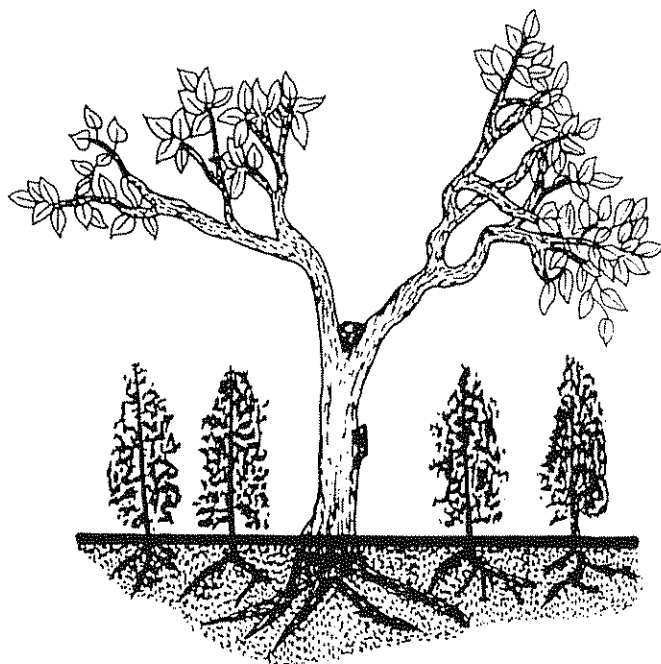
En los últimos años se ha dado mucha atención a los sistemas agroforestales, definidos como el conjunto de técnicas de manejo de tierras mediante combinaciones de árboles forestales con cultivos, con ganadería, o una combinación de ambos, en forma simultánea o escalonada en el tiempo y en el espacio (4, 6, 20). En estas asociaciones de cultivos resultan interacciones múltiples entre las especies involucradas en el sistema de producción, especialmente con relación a las condiciones climáticas (irra-

diación, temperatura, humedad relativa, lluvia, viento), edáficas (materia orgánica, elementos nutritivos, agua) sanitarias (enfermedades, plagas) y bioecológicas (simbiosis, alotropía, alelopatía, parasitismo, necrosis)

El café (*Coffea* spp) es un cultivo umbrofilico facultativo, es decir que bajo sombra generalmente tiene un crecimiento favorable. Los árboles de sombra tienen ventajas y desventajas (3, 7, 10, 28, 29). En las plantaciones de café de América Latina se observa tanto el sombrío transitorio (en la época inicial del cultivo) y el sombrío permanente, como el cultivo sin sombra. Entre las especies de árboles o arbustos de sombra frecuentes se tiene (3, 5, 10, 28, 29):

Transitorios: *Cajanus cajan*, *Leucaena glauca*, *Crotalaria* sp., *Tephrosia* sp.

Permanentes: *Inga* sp., *Albizia* sp., *Gliricidia* sp., *Erythrina* sp., *Acacia* sp., *Leucaena* sp., *Citrus* sp., *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Bactris gasipaes*, *Psidum guajava*, *Mamilbara zapota*, *Ficus* sp., *Grevilea robusta*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, etc



La utilización de estos árboles de sombra es muy diferenciada entre las regiones y países productores de café. Las especies de la familia leguminosae, de crecimiento rápido, fuste mediano, ramas extendidas (regulación de la luz) tienen además la ventaja de fijar nitrógeno en el suelo. Las especies frutícolas y madurables tienen la ventaja de producción múltiple (leña, madera, cortavientos, frutos, etc.)

El desarrollo de modelos matemáticos para interpretar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas naturales y los sistemas de producción, se basa en la hipótesis de que un sistema en un momento dado, se puede expresar cuantitativamente con un inventario de recursos y que los cambios en el sistema se pueden describir analizando los procesos de transferencia entre las diferentes partes del mismo. En los últimos años se ha hecho también hincapié en las técnicas del modelaje de energía, agua, elementos químicos y materia orgánica en sistemas de producción agrícola en áreas de clima templado, así como también tropical (12, 13, 15, 18, 19, 26)

En el Experimento Central del CATIE en Turrialba iniciado en 1977 (9), se realizan desde 1981

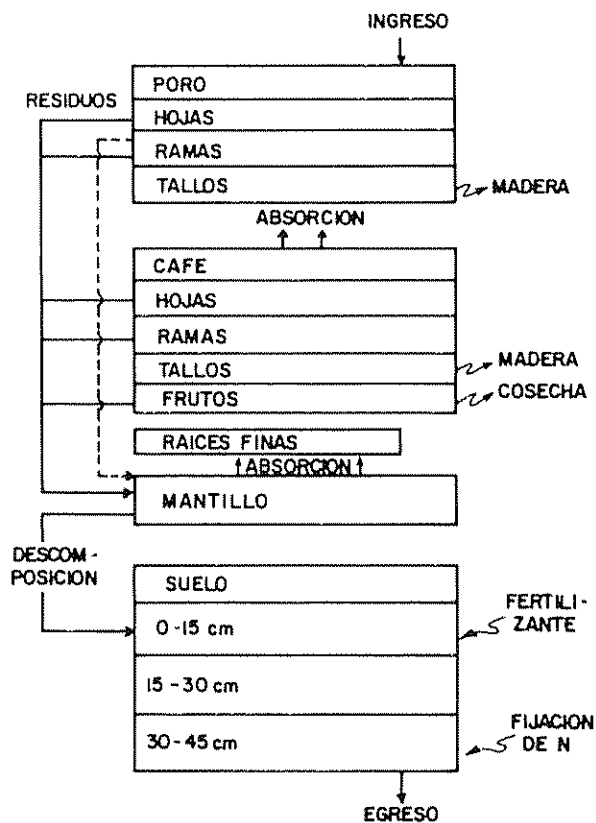


Fig 1 Representación esquemática de un sistema agroforestal y del modelo de la materia orgánica y de los elementos nutritivos

trabajos de investigación para analizar y describir los sistemas de producción agroforestales. Con base en los resultados se han preparado modelos matemáticos para la materia orgánica y los elementos nutritivos (16), Heuvelop *et al.* (21) de los cuales se deriva esta serie de trabajos relacionados a los sistemas de café (*Coffea arabica* híbrido Timor) asociado con laurel (*Cordia alliodora*) y con poró gigante (*Erythrina poeppigiana*).

El modelo de los ciclos

Con base en los modelos del ciclo de la materia orgánica y elementos nutritivos para ecosistemas forestales (12, 13, 18, 19) se propone en la Figura 1 un modelo para la descripción de los ciclos en sistemas agroforestales. El ejemplo del sistema café asociado con el poró es aplicable a otros sistemas agroforestales.

Los componentes del sistema se agrupan en abióticos como el suelo mineral (con sus diferentes profundidades y horizontes) y la capa de mantillo (con los restos vegetales en descomposición) y los bióticos como las especies involucradas en la producción del sistema (con sus compartimientos, hojas, ramas, tallos, raíces, flores y frutos). Con el fin de simplificar, no se han considerado los componentes bióticos faunísticos.

Una fuente de ingreso considerada es la lluvia con los elementos químicos que ingresan al sistema con el agua. Como fuente de egreso del sistema se considera el agua de lixiviación con la cual pasan elementos nutritivos a la capa freática del suelo y las cosechas como frutos y leña del sistema. Como fuente de ingreso también se considera la fertilización con diferentes elementos nutritivos y la fijación simbiótica del nitrógeno.

Las interacciones que se producen entre los componentes del sistema se expresan con los fenómenos dinámicos de transformación de la materia en el sistema a través de la deposición de residuos vegetales naturalmente producidos y por manejo del sistema basado en podas a los árboles de sombra. A través de la humificación y mineralización pasan componentes orgánicos y minerales de la capa de mantillo al suelo mineral, del cual absorben todos los componentes bióticos las cantidades necesarias de elementos nutritivos.

Modelos de este tipo casi no han sido aplicados en cultivos tropicales ni en sistemas agroforestales. En el caso del café se conocen algunos estudios parciales (2, 16, 17, 27).

Materiales y métodos

Sitio de los estudios

Todos los aspectos relacionados con el Experimento Central del CATIE se han descrito anteriormente (9). Algunos detalles sobre las determinaciones realizadas se resumen a continuación:

La región de Turrialba se caracteriza por una temperatura promedio anual de 22.3°C, sus máximas promedio alcanzan 27°C y las mínimas promedio son de 17.7°C. La precipitación promedio anual es de 2 647 mm en 246 días de lluvia. La humedad relativa está a un promedio de 87.6%.

El suelo del campo experimental pertenece a la serie Instituto fase normal, con una topografía plana, con drenaje pobre a imperfecto y es de origen fluvio-lacustre. La estructura de los suelos es franco arcillosa y han sido clasificados como "typic dystropepts, fine, mixed, isohyperthermic" (1). En el Cuadro 1 se presentan algunos resultados encontrados en muestras del suelo experimental.

El Experimento Central

El presente ensayo más conocido como "Ensayo Central de Cultivos Perennes de La Montaña", está ubicado en los terrenos del CATIE en Turrialba, fue iniciado en agosto de 1977 y se planificó para tener una duración de 8 años (9).

Los objetivos generales del experimento son:

1. Comparar, por varios métodos, los sistemas agrícolas de plantas perennes más comunes en la zona, incluyendo cultivos de ciclo corto y medio.
2. Estudiar en forma detallada el medio ambiente (ecosistema) de cada uno de los sistemas agrícolas comparados en su evolución y transformación durante el tiempo que dure el experimento.

De los 18 tratamientos originales considerados, se escogieron para realizar los presentes estudios, las variantes:

- Café con laurel (parcelas 33, 34, 35 y 36).
- Café con poró (parcelas 37, 38, 39 y 40).

En parcelas de 18 x 18 metros con cuatro repeticiones al azar se plantaron en agosto de 1977 plantas de café con una distancia de siembra de 1 x 2 metros (5 000 plantas/ha); de laurel con una distancia de 6 x 6 metros (278 árboles/ha) y de poró con una dis-

Cuadro 1. Características químicas de los suelos del estudio (Tratamiento café con poró con promedio de 4 muestras).

Profundidad (cm)	Densidad aparente g/cm ³	pH		Humus		Nitrógeno %		Fósforo total mg P/kg		Potasio camb. meq/100 g		Calcio camb. meq/100 g		Magnesio camb. meq/100 g	
		\bar{X}	\pm	\bar{X}	\pm	\bar{X}	\pm	\bar{X}	\pm	\bar{X}	\pm	\bar{X}	\pm	\bar{X}	\pm
0 - 15	1.20	3.82	0.13	4.32	0.54	0.21	0.03	709	164	0.48	0.04	2.20	0.73	0.90	0.14
15 - 30	1.15	4.02	0.24	3.07	0.77	0.16	0.05	531	200	0.26	0.08	2.73	0.90	0.88	0.09
30 - 45	1.07	4.21	0.16	1.87	0.56	0.11	0.04	475	200	0.17	0.05	3.10	0.61	0.93	0.19

tancia de siembra de 3 x 6 metros (555 árboles/ha) Se aplicó una fertilización inicial al café de 50 kg N/ha, 150 kg P₂O₅/ha y 50 kg K₂O/ha y al laurel de 2.8 kg N/ha, 8.4 kg P₂O₅/ha y 2.8 kg K₂O/ha. El poró no se fertilizó. A partir de 1978 se han aplicado anualmente 80 kg N, 240 kg P₂O₅ y 80 kg K₂O por hectárea.

Determinación de biomasa y reservas nutritivas

En marzo de 1982 (edad 4.5 años) se realizó la determinación de biomasa del café, poró y en noviembre de 1982 la del laurel, en las parcelas correspondientes. Se escogieron en total 36 arbustos de café por sistema, o sea 9 por parcela, pertenecientes a las hileras centrales. Por arbusto se midió el largo y diámetro de los tallos a diferentes alturas, número total de hojas, número total de ramas plagiotrópicos (bandolas). En muestras compuestas se determinó el porcentaje de humedad. El volumen de los tallos se multiplicó por su peso específico (0.33 g/cm³, medido con un barreno de Pressler). Los valores se expresan como toneladas de materia seca por hectárea.

Los datos de la biomasa del poró se basan en la medición de todos los tallos de las parcelas, su cubicación y la determinación de su peso específico básico (0.24 g/cm³, medido con barreno de Pressler). La biomasa de ramas y hojas se basa en el material de podas (febrero y setiembre de 1982), en las cuales se cortó todo el material existente a 2.6 m de altura, se anotaron los pesos frescos totales de ocho árboles, se secaron 16 muestras en una estufa y con el por ciento de humedad se calcularon los pesos por hectárea.

La biomasa del tallo del laurel se calculó basado en la altura y diámetro de los árboles de las parcelas y el peso específico de la madera (0.44 g/cm³, determinado con barreno de Pressler). La biomasa de hojas y ramas se determinó en ocho árboles del experimento.

Para determinar la biomasa de raíces finas (diámetro 20 mm) se utilizó un anillo metálico (27.4 cm de

diámetro y 15 cm de altura) que se introdujo en el suelo en profundidades de 0-15, 15-30, 30-45 con 16 repeticiones por tratamiento. Las raíces se separaron del suelo con agua a presión normal. Las muestras se secaron y pesaron y así se calculó la biomasa por hectárea.

La materia orgánica de la capa de mantillo se determinó utilizando un marco de madera de 0.25 m² con 16 repeticiones por tratamiento. Las muestras del material en descomposición se secaron y pesaron para calcular su peso por hectárea. Las muestras del suelo mineral (0-15, 15-30, 30-45 cm de profundidad) se tomaron con 5 barrenamientos para una muestra por parcela y se analizaron en su contenido de humus y en función de su peso (densidad aparente promedio 1.20, 1.15 y 1.07 g/cm³ para las profundidades en estudio) se calculó la reserva orgánica por hectárea.

Las muestras obtenidas fueron analizadas químicamente para los elementos N (Kjeldal), P (digestión nitroperclórica) y K, Ca y Mg totales (digestión nitroperclórica) para las muestras de biomasa y cambiables (acetato de amonio) para las muestras de suelos.

Resultados y discusión

Características químicas del suelo

Los resultados de los análisis de los suelos para el tratamiento café con poró se presentan en el Cuadro 1. Los valores resultan de cuatro análisis de muestras compuestas de cada parcela. Los valores de pH son homogéneos y se les debe considerar como ácidos. La materia orgánica es alta y su disminución con el perfil del suelo es normal. Un comportamiento similar presentan el nitrógeno y el fósforo totales. La relación C/N en las diferentes profundidades es de 9.9, 9.2 y 8.2. Los valores de los cationes cambiables son igualmente altos, especialmente para el potasio. Los coeficientes de variación de todas las determinaciones son altas, variando generalmente entre 10 y 50 por ciento, a pesar del número alto de submuestras y determinaciones. Esta variabilidad conduce a dificultades en la interpretación de los cambios a largo plazo en función del manejo del suelo.

Reservas de materia orgánica

En el Cuadro 2 se presentan los datos de la materia orgánica del café asociado con laurel (*Cordia alliodora*) y con poró gigante (*Erythrina poeppigiana*). Las reservas orgánicas en la vegetación son superiores en el sistema café-laurel (41.6 t/ha) que en el sistema café-poró (38.1 t/ha). La diferencia de la biomasa del café, así como el crecimiento de estos arbustos es más notable bajo la sombra de laurel (biomasa aérea 7.9 t/ha) que bajo la sombra de poró (15.2 t/ha). Existen en la literatura una serie de trabajos (24, 25, 28, 29, 30) que han evaluado como factor principal la sombra muerta y la interacción de la sombra viva con arbustos de café. En general, dichos estudios concuerdan en que el crecimiento del cafeto, y con ello su producción de biomasa, disminuye considerablemente cuando el porcentaje de luz que la plan-

ta recibe es menor de 30%, observándose un crecimiento normal pero no máximo en condiciones de sombra media entre 40 y 75%; el máximo crecimiento se logra con valores cercanos a 100% de luz recibida, siempre y cuando factores tales como la fertilización y el agua no sean limitantes. Sylvain (29) indica que la poda fuerte de la sombra del cafeto efectuada dos veces por año (a principios y a mediados de año), en la zona de Turrialba, permite una entrada de luz al cafetal que oscila entre 85 y 90%.

Analizando las condiciones de manejo de la sombra de los sistemas en discusión, se tiene que si bien la densidad del poró es grande (555 árboles/ha) en comparación con el laurel, el hecho de existir un manejo de la sombra del poró con las podas favorece el crecimiento del cafeto; además la sombra permanente del laurel fue de 278 árboles/ha hasta julio

Cuadro 2. Reservas orgánicas de los sistemas agroforestales café con laurel y café con poró (Materia seca t/ha).

	Café			Laurel			Café			Poró		
	\bar{X}	\pm	C.V.%	\bar{X}	\pm	C.V.%	\bar{X}	\pm	C.V.%	\bar{X}	\pm	C.V.%
Hojas	1.89	0.53	28	2.23	0.82	36	2.70	0.53	20	4.68	0.50	11
Ramas	2.19	0.37	17	3.16	0.49	16	3.82	0.22	6	7.73	0.94	12
Tallos	3.77	0.60	16	23.80	5.57	23	8.78	1.73	20	7.75	2.16	28
Subtotal	7.85			29.19			15.3			20.16		
Total aéreo	37.4						35.46					
		\bar{X}	\pm	C.V.				\bar{X}	\pm	C.V.		
Raíces 0-5 cm		2.50	0.49	19				1.84	0.36	20		
Raíces 0.5-2.0 cm		1.99	1.83	92				0.76	0.63	83		
Subtotal		4.49	1.53	34				2.60	0.78	30		
Total Biomasa	41.53						38.06					
		\bar{X}	\pm	C.V.				\bar{X}	\pm	C.V.		
Mantillo		4.93	1.97	40				6.35	2.27	36		
Suelo 0-15 cm	83.75						76.00					
15-30 cm	65.98						53.74					
30-45	46.07						34.65					
Total suelo	195.8						164.35					
TOTAL SISTEMA	242.26						208.76					

de 1981 (4 años), fecha en que se raleó a 185 árboles/ha y así la sombra del laurel es fija y no manejable. Esto, unido al efecto de autosombramiento del cafeto, contaría como una de las causas principales de la disminución de la capacidad fotosintética del cafeto y, por lo tanto, de su crecimiento. Lo anterior, ligado a otros posibles factores, tales como competencia por el espacio radical, agua y nutrientes, calidad de luz que llega al cafeto, alelopatía, etc., serían los responsables de la disminución del crecimiento del cafeto asociado con laurel.

Una comparación directa de la biomasa seca del cafeto con otros datos de la literatura es bastante difícil, debido sobre todo a que los datos publicados provienen de plantaciones en condiciones bastante heterogéneas, p e diferentes zonas ecológicas, diferentes densidades del cafeto y árboles de sombra, diferentes edades y variedades de la sombra y el cafeto, diferente manejo de la sombra. Así se tiene como comparación relativa que el dato de biomasa seca total del cafeto con poró de 15.29 t/ha se aproxima al valor reportado por Goldberg y Jiménez Avila (17) que es de 16.71 t/ha y se aleja demasiado del valor encontrado por Aranguren, Escalante y Herrera (2) que es de 40.54 t/ha. A su vez, la biomasa del cafeto con laurel de 7.85 t/ha es muy inferior a cualesquiera de las biomásas encontradas bajo sombra. Un valor interesante es el dato de biomasa del cafeto que indican Catani y Moraes (4) quienes, trabajando con una plantación de cinco años sin sombra del cultivar "*Mundo Novo*" y con técnicas modernas de manejo, encontraron una biomasa seca total de 38.0 t/ha, lo que da una idea clara del potencial de producción de biomasa bajo condiciones de sol.

Respecto a la biomasa del laurel no se encontraron datos en la literatura que se puedan comparar en el presente estudio (23). El laurel presenta un diámetro y una altura promedio a los cinco años de 25.9 cm y 11.9 m, respectivamente, con un volumen de madera de 54 m³. Si bien se tiene que el laurel supera al poró en la biomasa de sus tallos, no sucede lo mismo con la biomasa de ramas y hojas donde el poró lo aventaja ampliamente.

La determinación de la biomasa de hojas y ramas del poró está basada en la suma de los promedios por poda dos veces al año, así la producción de la biomasa total es controlada y depende mucho de la técnica de la poda. Russo (27), realizando estudios en un cafetal de Turrialba sobre el efecto de la intensidad de la poda del poró sobre su propia producción de biomasa de hojas y ramas, ha publicado para dos podas anuales un valor de biomasa seca de 11.8 t/ha que se aproxima mucho al del presente estudio de 12.4 t/ha; a su vez indica un valor mucho mayor de 18.5 t/ha para

una poda anual. Por su parte, Glover y Beer* indican para un cafetal cuya sombra de poró fue podado 3 veces al año, una biomasa seca de 7.8 t/ha/a, y para un cafetal aledaño con sombra de laurel y poró, este último podado 3 veces al año, indican un valor de 2.9 t/ha/ha.

En cuanto a las raíces, se nota que su biomasa en el sistema con laurel es superior a la del sistema con poró. Las raíces menores de 5 mm de diámetro presentan para los dos sistemas una variabilidad mucho menor, con coeficientes de variación del 20%, que las raíces cuyo diámetro oscila entre 5 y 20 mm, con coeficientes de variación superiores a 80%.

Bajo las condiciones de manejo del presente experimento es factible suponer que la diferencia de biomasa hallada en los dos sistemas obedece entre otras cosas al hecho de que el sistema radical del poró se ve afectado por las podas, muriendo en parte y lográndose de esa forma un control inconsciente en la producción de la biomasa radical de raíces finas de tal sistema.

Es difícil comparar los datos de biomasa radical del presente estudio con los encontrados en la literatura, pues éstos parecen variar mucho dependiendo de las condiciones de sombra, tipo de suelo, densidad de plantas, etc. Por ejemplo Ewell *et al.* (11) indican, para un cafetal de Turrialba con sombra de poró, un valor de 2.35 t/ha de raíces con un diámetro de hasta 20 mm y a una profundidad de 25 cm.

El valor de la biomasa seca del mantillo en el sistema con poró es superior que en el sistema con laurel. Al respecto, hay que considerar que los datos corresponden a una determinada época del año y que, por lo tanto, sólo reflejan parcialmente la dinámica del mismo si se piensa que tal dinámica depende de factores tales como fenología del laurel y café, época de poda del poró, etc. Sin embargo, los datos indican en parte esta dinámica, si se tiene en cuenta que la época de medición fue a inicios de setiembre de 1981, casi mes y medio después de que se había podado el poró, el cual adicionó cantidades considerables de materia orgánica al suelo.

Por su parte, los valores del mantillo se encuentran dentro del ámbito que Suárez de Castro (28) indica al estudiar cafetales con sombra de *Inga* sp en Colombia. Dichos valores oscilaron desde

* Spatial and temporal fluctuation of litterfall in the agroforestry associations *Coffea arabica* - *Erythrina poeppigiana* and *C. arabica* - *E. poeppigiana* - *Cordia alliodora*. Turrialba, Costa Rica, CATIL 1984. 43 p. (mimeogr.).

0.86 t/ha en cafetales jóvenes hasta 23.06 t/ha en cafetales viejos

Las reservas en el suelo mineral son por un lado superiores en el sistema con laurel que en el sistema con poró, y por otro lado ellas representan 81% de las reservas totales del sistema con laurel y 79% en el sistema con poró, dando así una gran estabilidad a los sistemas. Una comparación de las reservas orgánicas en el suelo sólo es factible entre los dos sistemas, debido sobre todo a la similitud en profundidades y tipos de suelos. Una comparación fuera de este ámbito sería peligrosa.

Reservas minerales

En el Cuadro 3, donde aparecen los datos de los análisis químicos, se observa en general que los contenidos de elementos disminuye en la dirección de hojas, ramas y tallos; se nota que los contenidos de N en las hojas, ramas y tallos de poró son mayores que los contenidos en el laurel. Los valores del poró se ajustan junto con los otros elementos a los publicados por Russo (27). Por otro lado, los contenidos de elementos nutritivos de hojas, ramas y tallos del café bajo sombra de laurel son muy similares a los contenidos de hojas, ramas y tallos del café bajo sombra de poró, con la única excepción de que las hojas y tallos del café bajo poró contienen un poco más de potasio. Por último, comparando los contenidos de elementos nutritivos en las hojas con los que se encontraron en la literatura (7) se tiene que el N y el Ca se consideran de un nivel medio, el Mg de bajo a medio, el P de bajo a deficiente, y el K deficiente. Sin embargo, es necesario indicar que esta interpretación es transitoria ya que en el análisis foliar se toman muestras específicas de las hojas.

Los valores totales de N son comparables pero la distribución presenta características muy diferentes

para los sistemas. Así, la biomasa aérea del sistema café con poró corresponde a 587 kg N/ha, mientras que el sistema asociado al laurel sólo acumuló 286 kg N/ha. Las raíces finas correspondientes son 43.4 kg N/ha y 58.4 kg N/ha. En los arbustos de café se registraron 99.1 y 181.7 kg N/ha bajo la sombra de laurel y poró respectivamente. Los árboles de sombra acumularon el N en forma muy diferenciada, predominando en el caso del laurel los tallos y en el caso del poró las hojas.

La capa de mantillo es una reserva transitoria de elementos nutritivos; los residuos vegetales se encuentran en los procesos de mineralización y humificación; los valores encontrados dependen de la época de la determinación específica.

Las reservas de N del suelo son elevadas y representan para la asociación con laurel el 95 y para la asociación con poró el 92 por ciento del N total del sistema.

Las cantidades de fósforo acumuladas en la vegetación son pequeñas en comparación con otros elementos nutritivos, pero el nitrógeno. Sin embargo, existen diferencias grandes entre los sistemas estudiados: la asociación del café con poró logró un valor total de 47.1 kg P/ha, superando a la asociación con laurel (33.5 kg P/ha). Las cantidades de P acumuladas en la vegetación y en el mantillo son pequeñas en comparación con las cantidades presentes en el suelo.

Los coeficientes de variabilidad de las determinaciones de P tanto en el material vegetal (20 a 40%) como en el suelo (40 a 50%) son bastante elevados. La digestión ácida de los materiales vegetales y especialmente de los suelos conducen a tales diferencias.

Cuadro 3. Determinación del contenido de elementos nutritivos de los compartimentos del café, cacao, árboles de poró y árboles de laurel (por ciento).

SISTEMA	CAFE + LAUREL						CAFE + PORO					
	HOJAS		RAMAS		TALLOS		HOJAS		RAMAS		TALLOS	
	Café	Laurel	Café	Laurel	Café	Laurel	Café	Poró	Café	Poró	Café	Poró
N	2.45	2.79	1.11	0.91	0.76	0.40	2.49	4.00	1.14	1.28	0.81	0.70
P	0.09	0.24	0.19	0.19	0.12	0.05	0.11	0.27	0.12	0.15	0.10	0.07
K	0.22	2.28	0.46	1.18	0.44	0.46	0.72	1.59	0.40	1.42	1.02	0.38
Ca	1.06	1.72	1.00	0.46	0.94	0.54	1.24	1.40	1.04	0.72	0.94	0.82
Mg	0.10	0.82	0.08	0.26	0.14	0.17	0.30	0.47	0.12	0.27	0.14	0.12

Cuadro 4. Reservas orgánicas de los sistemas café con laurel y café con poró en kg/ha.

SISTEMA	CAFE + LAUREL									
	HOJAS		RAMAS		TALLOS		RAICES MANTILLO		SUELO 0-45	TOTAL
	Café	Laurel	Café	Laurel	Café	Laurel	Café + Laurel	Café + Laurel		
N	46.2	63.3	24.7	28.7	28.6	95.2	58.4	110	8.873	9.328
P	1.7	5.5	4.1	6.0	4.5	11.9	1.5	10.1	2.736	2.779
K	4.1	51.7	10.1	37.2	16.5	109.4	27.8	14.3	687	958
Cu	20.0	39.1	21.9	14.5	35.4	128.5	70.5	103.1	2.783	3.216
Mg	1.8	18.6	1.7	8.2	5.2	40.4	17.5	19.2	587	700
	CAFE + PORO									
N	67.0	187.4	43.5	98.9	71.0	54.3	43.5	136	8.500	9.201
P	3.0	12.6	4.6	11.6	8.8	5.4	1.1	7.4	2.997	3.051
K	19.4	74.5	89.5	109.8	15.2	29.4	18.4	17.0	630	1.003
Ca	33.4	65.5	39.6	55.6	82.5	63.5	30.4	85.1	2.835	3.291
Mg	8.1	22.0	4.5	20.8	12.2	9.3	10.0	14.5	573	674

Las cantidades porcentuadas de K encontradas en el suelo (para las asociaciones con poró 63 y con laurel 72% del total) son pequeñas en comparación con otros elementos nutritivos. Esto se debe especialmente a la determinación de K en su forma cambiable. El valor del potasio estructural, asociado a los minerales es sin duda mucho mayor, pero esta fracción no es disponible para las plantas, así su cantidad tiene poca importancia.

El K acumulado en la vegetación en los sistemas estudiados es muy diferente, en la asociación café con poró alcanzó 356 kg/ha, en café con laurel 256 kg/ha. En esta asociación el K acumulado en las ramas y tallos del laurel (146.6 kg K/ha) corresponde a 57% del total.

Los sistemas exhiben una acumulación de reservas de Ca en la biomasa aérea de 340 y 403 kg/ha con 71 y 30 kg/ha en las raíces, y 103 y 85 kg/ha en el mantillo para el sistema con laurel y poró, respectivamente. Para el Mg se tiene una acumulación de reservas en la biomasa aérea de 95.7 y 97 kg/ha, con 18 y 10 kg/ha en las raíces y 19 y 14 kg/ha en el mantillo. Se desconoce el ritmo de acumulación de reservas a través del tiempo.

La determinación de las reservas de la materia orgánica y elementos nutritivos realizada en el presente estudio, como también en otros trabajos, es afectada por la situación fenológica de las especies estudiadas y las condiciones climáticas reinantes. En la biomasa del café se determinó al finalizar la cosecha, poco

antes del nuevo rebrote de los arbustos. En el caso del poró la determinación se realizó 12 meses después de la última poda, así la estimación de la biomasa de hojas y ramas es relativamente alta. Además se ha considerado como biomasa foliar la misma de dos podas anuales. En la determinación del laurel realizada en noviembre los árboles tienen un desarrollo foliar exuberante.

Las determinaciones realizadas no se deben interpretar sin embargo por separado, sino dentro del sistema total incluyendo los procesos de transformación (Heuvelodp, J. *et al.* (22) en un modelo analítico del sistema Fassbender *et al.* (14) como se tratará en publicaciones subsiguientes.

En la biomasa estudiada no se ha incluido las raíces gruesas del sistema, para poder dejar el experimento en marcha. No hay duda que aquí existe una depreciación de los datos.

Resumen

En el Experimento Central del CATIE, Turrialba, Costa Rica se estudian los sistemas de producción agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*), mediante la determinación de la materia orgánica y elementos nutritivos separando las especies en sus compartimentos (hojas, ramas, tallos y raíces). Se realizaron, además, las determinaciones correspondientes en las copas del mantillo y del suelo mineral (0-45 cm).

Los resultados obtenidos se pueden resumir como sigue:

	Café con laurel			Café con poró		
	Vegetación	Mantillo	Suelo	Vegetación	Mantillo	Suelo
Mat Org. (t/ta)	41.6	4.9	195.6	38.1	6.3	164.4
Nitrógeno (kg/ha)	345	110	8 873	630	136	8 500
Fósforo (kg/ha)	33.5	7.4	2 736	47.1	10.1	2 997
Potasio (kg/ha)	256	14.3	687	356	17.1	630
Calcio (kg/ha)	411	103	2 783	433	85.1	2 835
Magnesio (kg/ha)	113.7	19.2	587	107	14.5	573

Se discuten los patrones de acumulación en función de las características de los sistemas agroforestales y de los elementos umbrílicos en estudio

Literatura citada

- AGUIRRE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. CATIE, Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, 1971. 138 p.
- ARANGUREN, J., ESCALANTE, G. y HERRERA, R. Ciclo del nitrógeno en cultivos tropicales bajo árboles de sombra; I. Café. *Plant and Soil* 67:247-258. 1982.
- CARVAJAL, J. F. Nutrición mineral del café. Requerimientos de la cosecha. Costa Rica. MAG-STICA. Información Técnica No. 9. 1959. 16 p.
- CATANI, R. A. y MORAES, F. P. A composição química do cafeeiro. Quantidade e distribuição de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO em cafeeiro de 1 a 5 años de idade. *Revista da Agricultura (Piracicaba)* 33:45-52. 1958.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Taller sistemas agroforestales en América Latina. 1979. Actas, editado por G. De las Salas. Turrialba, Costa Rica. 1979. 226 p.
- COMBE, J. y BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas forestales: una revisión de literatura. In CATIE, Taller sistemas agroforestales en América Latina. 1979. Actas, editado por G. De las Salas. Turrialba, Costa Rica. 1979. 226 p.
- CHAVERRI, G. R., MAY, E. S. y CHAVES, F. S. Resultados del análisis foliar del café en Costa Rica. STICA, San José, Costa Rica, Información técnica No. 3. 1957.
- CHOKKANA, N. G. Nitrogen, phosphate and potash status of some coffee soils of South India and manuring of coffee. *Planters Chronicle* 1950. pp. 1-19.
- ENRIQUEZ, G. Ensayo central de cultivos perennes en comparación con algunos anuales. In De las Salas, ed. Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1979. 119 p.
- ESPINOZA, L. Estructura general de cafetales de pequeños agricultores. In Heuvelodop, J. y Espinoza, L., eds. El componente arbóreo en Acosta y Puriscal. Costa Rica. CATIE, 1983. pp. 72-84.
- EWELL, J. *et al.* Leaf area, light transmission, roots and leaf damage in nine tropical plant communities. *Agro-Ecosystems* 7:305-326. 1982.
- FASSBENDER, H. W. y GRIMM, U. Ciclos bio-geo-químicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y descomposición de residuos vegetales. Turrialba 31:39-47. 1981.
- FASSBENDER, H. W. y GRIMM, U. Ciclos bio-geo-químicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. IV. Modelos y conclusiones. Turrialba 31:101-108. 1981.
- FASSBENDER, H. W., *et al.* Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. III. Modelos de la materia orgánica y elementos nutritivos. Turrialba 35(4). 1985.
- FRISSELL, M. J., ed. *Cycling of mineral nutrients in agriculture ecosystems*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. 1978. 356 p.

16. FOURNIER, L. A. Fundamentos ecológicos de cultivos del café IICA Zone Norte. Turrialba, Costa Rica. 1980. 29 p. Publicación miscelánea.
17. GOLBERG, A. D. y JIMENEZ E. Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero; IV Distribución de la biomasa aérea en diferentes estratos del cafetal INIREB 8030120, Xalapa, Veracruz, México s.f. s.p. (Publicación reciente 1982).
18. GRIMM, U. y FASSBENDER, H. W. Ciclos biogeo-químicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela I. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg). Turrialba 31:27-37. 1981.
19. GRIMM, U. y FASSBENDER, H. W. Ciclos biogeo-químicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela III. Ciclo hidrológico y translocación de elementos químicos con el agua. Turrialba 31:39-47. 1981.
20. HENDRY, C. D., BERISH, C. W. y EDGERTON, E. S. Precipitation chemistry at Turrialba, Costa Rica (Central America). Water Resources Research. 1984. (In press).
21. HEUVELDOP, J. y LAGEMANN, J. eds. Agroforestry. Proceedings of a seminar held in CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1981.
22. HEUVELDOP, J. *et al*. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica II. Producción vegetal maderable y de residuos vegetales. Turrialba 35(4). 1985.
23. JOHNSON, P. and MORALES, R. A review of *Cordia alliodora* (Ruiz and Pav.) Oken. Turrialba 22(2):210-220. 1972.
24. MACHADO, A. The effect of shade, soil and cultural practices on the early development of the coffee tree. Horticulture Abstracts 21:3 009. 1946.
25. MONTOYA, L. A., SYLVAIN, P. G. y UMAÑA, R. Effect of light intensity and nitrogen fertilization upon growth differentiation balance in *Coffea arabica* L. Coffee 3:97-104. 1961.
26. ROBERTSON, G. P., HERRERA, R. y ROSWALL, T. Nitrogen cycling in ecosystems of Latin America. Plant and Soil 67, Special Volume. 1982.
27. RUSSO, R. Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (poró) sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "Café-poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1983. 106 p.
28. SUAREZ DE CASTRO, F. *et al*. Efecto del sombrero en los primeros años de vida en un cafetal. Café 3:81-102. 1961.
29. SYLVAIN, P. G. Effect of shade upon growth and differentiation of coffee seedlings as expressed by physical measurements and chemical composition. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1952 (mimeogr.).
30. WILLEY, R. W. The use of shade in coffee, cocoa and tea. Horticultural Abstracts 45(1):791-798. 1975.

Summary

A survey of grapevines (Vitis vinifera L.) was done in four farms of the State of Zulia, Venezuela.

Four types of samples of grapevine leaves, including petioles, were collected, with typical symptoms, of Pierce Disease (PD), symptomless, salinity and chlorosis symptoms. The samples were processed and testing by means of ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) to detect the presence of PD bacterium

Positive reaction for PD were obtained resulting over 2-5 times the highest absorbance values (405 nm), for disease plants, as referred to an absolute check of buffer solution of phosphate salts (PBS). Eight samples collected with PD symptom were positive by ELISA and 3 of 4 samples with salinity symptom positive. At least one sample of each farm showed absorbance figures greater than the mean of 30 samples of healthy plants plus the double of its standard deviation.

Introducción

El Mal de Pierce (MP) fue reconocido por primera vez en 1982 en *Vitis vinifera* en California (15) y actualmente es el factor que mayor limita el cultivo de la vid europea en Florida (2), Mississippi, Georgia, Alabama (7) y Texas (16). También se le ha encontrado en Costa Rica (5) y México (17).

Recientemente se aisló en medio artificial un bacilo Gramnegativo, catalasa positiva, de plantas de vid que mostraban síntomas del MP (3, 13). La misma bacteria causa también la quemadura de la hoja en el almendro (2, 12) y el enanismo en la alfalfa (4, 6).

El diagnóstico del MP, con base en los síntomas de la enfermedad, resulta incierto, debido a que frecuentemente estos se confunden con otras enfermedades o con problemas nutricionales.

En 1980 Nomé *et al.* (14), introdujeron la técnica ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) en el diagnóstico del MP de la vid, técnica que resulta más segura y ventajosa que otras utilizadas anteriormente (14, 19).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia del MP en cuatro fincas del Estado de Zulia, Venezuela mediante la técnica ELISA.

Materiales y métodos

Recolección de la muestra

Se recolectaron 15 muestras de hojas incluyendo pecíolos, de plantas de vid, en el mes de diciembre de 1982, en cuatro fincas del Estado de Zulia, Venezuela. Las muestras fueron trasladadas a la Universidad de Costa Rica, en donde se realizó el análisis.

1 Recibido para publicación el 3 de noviembre de 1984. El autor agradece la colaboración del señor Albert Ingalls III, A la señora Cristina Visona del ICRMT y a la señora Carmen Rivera del CIBCM de la Universidad de Costa Rica, por la ayuda prestada.

* Profesor, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Dirección Actual: Asociación Bananera Nacional, ASBANA, Apdo 6504-1000, San José, Costa Rica.

Aislamientos

Para la preparación de los sueros inmunes se usaron tres aislamientos de la bacteria, dos de Montezuma, Costa Rica y uno del Valle de Napa, California. Los aislamientos se mantuvieron a 27°C con subcultivos semanales en medio JD-3 (3).

Para comprobar la especificidad del método utilizado, las bacterias del MP se compararon (inmunológicamente) con 6 cultivos de bacterias, a saber: *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Erwinia* sp y *Escherichia coli*, los cuales se obtuvieron en el Departamento de Microbiología de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica.

Producción de antisuero

El suero antibacteria del MP se produjo en conejos de las razas Nueva Zelandia y California. El antisuero se preparó a partir de cultivos en plato, resuspendidos en un amortiguador de sales de fosfato (PBS)¹ 0.1 M, pH 7. (NaCl, KH₂PO₄ · 12H₂O, KCl y NaN₃). Se centrifugó 15 minutos a 20 000 G y se lavó 5 veces en PBS. El concentrado fue resuspendido en PBS, a una concentración de 10⁹ bacterias por mililitro, y sonificado durante 20 segundos (sonicador Modelo W140 System Ultrasonic) para romper las células.

Los conejos fueron inmunizados inoculándose en forma intravenosa con dosis crecientes de 1 ml, 1.5 ml, 2.0 ml, 2.5 ml, 3.0 ml y 3.5 ml a intervalos de tres días por un período de tres semanas, al cabo de las cuales se le inyectaron intramuscularmente dosis de 4 y 4.5 ml del antígeno emulsificado con adjuvante incompleto de Freud² con un intervalo de tres días entre cada dosis. Los conejos fueron desangrados una semana después de aplicada la última dosis.

Los antisueros preparados mostraron una especificidad serológica idéntica independientemente de la cepa utilizada en la inmunización.

Preparación de las muestras

Las muestras de la planta se prepararon a partir de hojas y peciolo (1 a 2 g) en solución amortiguadora de extracción (PBS + 2% PVP)³, se maceró y filtró a través de gasa, se centrifugó (15 000 G/15 minutos), en una ultracentrífuga Hitachi 19 PR-3, se decantó y redisolvió en PBST⁴ + 2% PVP y por último se sonicó por 15 minutos.

1 Phosphate-Buffered Saline

2 DII-CO (Catálogo No. 0638-60)

3 PVP = polivinilpirrolidone (Sigma)

4 (PBS + 0.5 ml/l tween 20).

La muestra de bacterias fueron preparadas a partir de cultivos con suficiente crecimiento y resuspendiéndose en PST + 2% de PVP hasta lograr una concentración de 10⁹ bacterias/ml y se sonicaron por 15 segundos con el fin de romper las células; posteriormente se hicieron diluciones seriadas hasta una concentración final equivalente 10⁴ bacterias/ml, con el fin de determinar la sensibilidad de la técnica.

Pruebas de ELISA

La técnica usada fue similar a la descrita por Clark y Adams (1) con algunas modificaciones (8).

La globulina fue purificada a partir del antisuero contra la bacteria del MP por precipitación con sulfato de amonio y filtrado a través de una columna de celulosa DEAE-Sephacel (1-6505 Sigma Chemical Co.) preequilibrada con PBS. La fracción no absorbida se colectó y se estandarizó a una concentración de 1 mg/ml (densidad óptica de 1.4 a 280 nm). Una porción de globulina se conjugó con fosfatasa alcalina tipo VII (No. 5521 Sigma) usando glutaraldehído a una concentración final de 0.1% y se almacenó a 4°C con albúmina de suero de bovino (A-7888 Sigma) al 1% y azida de sodio al 0.02%.

La prueba se realizó en placas de micro ELISA (Dynatech Laboratories Cat. No. 1-223-29) colocando para efecto de cobertura una alícuota de 200 µl/celda de gama globulina inmune 1:200 en solución amortiguadora de bicarbonato 0.1 M, pH 9.6 (Na₂CO₃, NaHCO₃) incubándola por 4 a 6 h a 37°C. Las placas se lavaron con PBST. Se colocó una alícuota de 200 µl/celda de muestra y se incubó durante toda la noche a 6°C; se lavó con PBST y se colocó el conjugado diluido 1:200 en PBST + 2% PVP (PVP-40T, Sigma) y ovalbúmina (Sigma) al 0.2%. Las placas se lavaron con PBST y se le agregó el sustrato de la enzima (p-nitrofenilfosfato Sigma) a una concentración de 1 mg/ml en solución amortiguadora para sustrato pH 9.8 (dietanolamina al 12% en H₂O). La reacción se detuvo con NaOH 3 M a razón de 50 µl/celda al cabo de 3 h de incubación a 37°C en la oscuridad. Los resultados se obtuvieron en un espectrofotómetro de microelisa (Micro ELISA Auto Reader MR-580, Dynatech) a 405 nm.

Resultados

La técnica ELISA resultó ser segura para el diagnóstico del MP. El suero antibacterial del MP resultó ser altamente específico para la bacteria del MP, pues no se logró obtener reacción de ELISA positiva con ninguno de los cultivos de *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Erwinia* sp y *Escherichia coli*. Como se observa en el Cuadro 1 se

Cuadro 1. Valores de ELISA para la bacteria del MP de 15 muestras de 4 fincas de Venezuela.

Finca	Síntomas	Valores de absorbancia (405 nm)	Resultado
El Patrón	MP	0.68	+
El Patrón	MP	0.95	+
El Patrón	MP	0.95	+
El Patrón	S	0.48	+
Los Pachos	MP	0.51	+
Los Pachos	MP	0.49	+
Los Pachos	MP	0.57	+
Los Pachos	S	0.37	-
Los Pachos	S	0.65	+
Maribelo	MP	0.64	+
Maribelo	S	0.68	+
Tocuyo	MP	0.56	+
Tocuyo	OS	0.36	-
Tocuyo	OS	0.44	-
Tocuyo	SS	0.37	-
Testigo Sano	SS	0.36	-

MP : Mal de Pierce OS : Otros síntomas
 SS : Sin síntomas S : Salinidad

obtuvieron valores hasta 2.5 veces más altos para plantas enfermas con respecto a un testigo de plantas sanas

Las ocho muestras recolectadas con síntomas del MP resultaron ser positivas mediante ELISA a la presencia de la bacteria del MP (Cuadro 1). Los síntomas de estas plantas consistieron en:

- Quemadura de la hoja del borde hacia el centro en forma repentina (Figura 1)
- La zona que separa el tejido necrótico del tejido normal va desde un color amarillo hasta un rojo púrpura
- Las nervaduras permanecen verdes aún cuando el tejido que los rodea haya muerto
- Lignificación irregular del tallo
- Fácil desprendimiento de las hojas con síntomas en la inserción de la lámina con el pecíolo (Figura 2)

En tres de cuatro muestras recolectadas, con síntomas considerados como salinidad, se obtuvieron resul-



Fig. 1. Síntomas típicos del mal de Pierce en vid en la hoja - Maracaibo, Venezuela



Fig. 2. Síntomas del mal de Pierce en vid, obsérvese los pecíolos adheridos al tallo sin la lámina foliar

tados positivos a la presencia de la bacteria del MP. Los síntomas de salinidad se caracterizaron por una escaldadura de la hoja, la cual estaba presente solamente en algunas hojas de la planta

Tanto una muestra colectada de una planta aparentemente sana, como dos muestras que presentaban síntomas de clorosis no asociada al Mal de Pierce, resultaron negativas a la presencia de la bacteria

Discusión

El estudio de la presencia del MP en Venezuela, mediante la técnica ELISA, método que ha resultado ser más ventajoso y seguro que otros probados anteriormente (9, 10 y 14) confirma las observaciones de algunos productores de vid del Estado de Zulia, en el sentido de que algunos síntomas foliares de quemadura de la hoja podrían deberse al MP

El MP originalmente fue observado solamente en los Estados Unidos pero también ocurre en Costa Rica (5, 9 y 10) y México (17) y es muy probable que la enfermedad, que es endémica desde el Sur de los Estados Unidos (11, 18) hasta Costa Rica, lo sea también al menos en una área de Suramérica como Venezuela y Colombia donde también se cultiva la vid europea o *Vitis vinifera* L.

Sin embargo, a pesar de que es común observar síntomas del MP en los viñedos de Maracaibo cercanos al lago del mismo nombre, la enfermedad no parece ser muy severa, como sí lo es en el Sur de los Estados Unidos y en Costa Rica, en donde limita la producción comercial de *Vitis vinifera*

Lo anterior se debe principalmente a que las condiciones de Venezuela son muy diferentes a las de Costa Rica. En el Estado de Zulia la temperatura alcanza 40°C o más en el día, y en la noche es de 5 ó 10°C más baja; la vegetación silvestre es escasa y es difícil encontrar insectos en las plantaciones de vid o en las malezas, lo cual ayuda a disminuir la incidencia y severidad de la enfermedad; además el riego abundante que se suministra a las plantaciones evita la tensión que predispone la planta a la enfermedad

Resumen

A cuatro viñedos de Maracaibo, Estado de Zulia, se les realizó un muestreo foliar, incluyendo peciolo, de plantas con síntomas típicos del Mal de Pierce (MP), con síntomas de salinidad, con clorosis y sin síntomas. Las muestras se procesaron por medio de la técnica ELISA, de conjugados enzimáticos, para determinar la ausencia o presencia de la bacteria del MP

Se obtuvieron valores de absorbancia (405 nm) para plantas enfermas de hasta 2.5 veces más altos con respecto a un testigo absoluto de una solución amortiguadora de sales de fosfato (PBS).

Las ocho muestras colectadas con síntomas típicos del MP y 3 de 4 muestras con síntomas de salinidad resultaron positivas mediante ELISA y al menos una

muestra de cada finca mostró valores de absorbancia mayores que el promedio de 30 muestras de plantas sanas más el doble de su desviación estándar

Literatura citada

- 1 CLARK, M. F. y ADAMS, A. N. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant injuries. *Journal of General Virology* 34:475-483. 1977
- 2 CRALL, J. M. y STOVER, L. H. The significance of Pierce's disease in the decline of bunch grapes in Florida. *Phytopathology* 47:518. 1957
- 3 DAVIS, M. T., PURCELL, A. H. y THOMPSON, S. V. Pierce's disease of grapevine: Isolation of the causal bacterium. *Science* 199:75-77. 1978
- 4 GOHEEN, A. C., NYLAND, G. y LOWE, S. K. Association of a rickettsia-like organism with Pierce's disease of grapevines and alfalfa dwarf and heat therapy of the disease in grapevines. *Phytopathology* 63:341-345. 1973
- 5 GOHEEN, A. C., LOWE, S. K. y NYLAND, G. Pierce's disease of grapevine in Central America. *Plant Disease Reporter* 63:788-792. 1979
- 6 HEWITT, W. B., HOUSTON, B. R., FRAZIER, N. W. y FREITAG, J. H. Leafhopper transmission of the virus causing Pierce's disease of grape and dwarf of alfalfa. *Phytopathology* 36:117-118. 1946.
- 7 HEWITT, W. B., HOUSTON, B. R., FRAZIER, N. W. y FREITAG, J. H. The probable home of Pierce's disease virus. *Plant Disease Reporter* 42:211-215. 1958
- 8 JIMENEZ, J. M. Determinación de los hospedantes alternos del Mal de Pierce's de la vid mediante técnicas inmunológicas de adsorción con conjugados enzimáticos. Tesis, Escuela de Fitotecnia - Universidad de Costa Rica. 1982. 114 p.
- 9 JIMENEZ, A. L. G., MORALES-BANCE, F. y FERNANDEZ, B. Estudio preliminar de la distribución del Mal de Pierce de la Vid en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):127-130. 1981

10. JIMENEZ, A. L. G. y MORALES-BANCE, F. Determinación del Mal de Pierce de la Vid en Costa Rica, determinada mediante ELISA. *Agronomía Costarricense* 9(1) 1985, in prensa
11. LOOMIS, N. H. Performance of *Vitis* species in the South as an indication of the relative resistance to Pierce's disease. *Plant Disease Reporter* 42:833-836 1957
12. MIRCETICH, S. M., LOWE, S. K., MOLLER, W. J. y NYLAND, G. Etiology of almond leaf scorch disease and transmission of the causal agent. *Phytopathology* 66:17-24. 1976.
13. MOLLENHAUER, H. H. y HOPKINS, D. L. Ultrastructural study of Pierce's disease bacterium in grape xylem tissue. *Journal of Bacteriology* 119:612-618 1974
14. NOME, S. F., RAJU, C. U., GOHEEN, B. y NYLAND, G. Enzymelinked immunosorbent assay for Pierce's disease bacteria in plant tissue. *Phytopathology* 70:746-749. 1980
15. PIERCE, N. B. The California vine disease. USDA. Division of vegetable pathology. Washington. Government Printing Office Boletín No. 2 1982, 222 p
16. PERRY, R. L. y MOLLENHAUER, H. H. Electron photomicroscopy verification of Pierce's disease in grape plants from Texas. *Plant Disease Reporter* 58:780-782 1974
17. RAJU, B. C., GOHEEN, A. C., TELIZ, D. y NYLAND, G. Pierce's disease of grapevine in Mexico. *Plant Disease* 64:280-282 1980
18. RAJU, C. B., GOHEEN, A., TELIZ, D. y NYLAND, G. Alternative host of Pierce's disease of grapevine that occur adjacent to grape growing areas in California. *American Journal of Enology and Viticulture* 31:144-148 1980
19. VOLLER, A. The detection of viruses by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Journal of General Virology* 33:165-167 1976.

Reseña de libros

CARVAJAL, J. F. Cafeto-Cultivo y Fertilización
Segunda Edición Instituto Internacional de la Po-
tasa Berna, Suiza 1984 254 p

Al igual que la primera edición, este pequeño libro viene a enriquecer la literatura cafetalera moderna, acopiando en una obra la revisión de muchas de las publicaciones técnicas más notables de los últimos años.

La segunda edición se publica a los 12 años de haberse publicado la primera. Consta de los mismos seis capítulos, aunque el cuarto se ha subdividido en tres secciones.

Cada uno de los capítulos ha sido ampliado y actualizado. El primero de ellos, por ejemplo, tiene cerca de 40 nuevas citas bibliográficas y desde luego incluye ideas y trabajos como los de M. G. R. Cannell, L. Fournier, M. Maestri, R. S. Barros y otros. Hay más detalles sobre el efecto del ambiente (luz, temperatura, agua, nutrimentos, suelo, etc.) sobre el crecimiento y producción del café.

Otro capítulo bastante ampliado es el de las prácticas culturales, en el que se ha incluido una detallada

descripción de las podas de formación y producción. También se dedica más atención al establecimiento de las plantaciones, citando los interesantes trabajos de Kenya sobre espaciamientos. Las enfermedades y plagas han recibido un tratamiento más prolijo.

En esta edición continúa siendo el "plato fuerte" la nutrición y la fertilización científica del café, con una cobertura muy completa sobre los métodos de diagnóstico de deficiencias en los que el autor es un experto. Es ésta la sección más sustanciosa y rica del libro.

En general, esta nueva edición ha sido mejorada y actualizada considerablemente. La impresión y preparación del libro es tan nítida y cuidadosa como la de la edición anterior. Esta vez se usó un tipo de letra más grande, lo que aumenta significativamente la comodidad de su lectura.

Mantiene esta segunda edición el lenguaje simple, pero científico de la anterior. También se conserva esa sensación de que ha sido escrito para gente que conoce los preliminares del cultivo. En otras palabras, no es un manual en el sentido tradicional de la palabra. Podría pensarse que eso limita un tanto su uso y definitivamente es así. El aprovechamiento de este libro requiere conocimientos básicos cafetaleros, proporcionando información más profunda y al día.

CARLOS ENRIQUE FERNANDEZ
HCA, AREA CENTRAL

M. L. BODRERO*, R. A. MARTIGNONE**, F. NAKAYAMA**, L. MACOR*

Summary

*The effect of foliar fertilization during reproductive stage upon soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed yield was evaluated. Trials were carried out at Estación Experimental Agropecuaria Oliveros, INTA, Oliveros (32°33' S and 60°51' W), Argentina, between 1978 and 1981 on an Argiudol class 1 soil, in which previous nodulated soybean crops varied from 0 to 3. Soil chemical analysis did not show mineral nutrient deficiencies.*

Solutions containing N, PK, NPK or commercial products with macro and/or micronutrients were sprayed over two cultivars sown in this area in a complete randomized block design.

Only in the first year there was a seed yield increase averaging 11% when 40 or 80 kg/ha or 40-4-12-2 kg NPKS/ha were sprayed. With 80-8-24-4 kg NPKS/ha seed yield augmented 20.5%. These increases were due to an additional contribution of these nutrients which were at limiting levels in tissues. On the contrary, lack of response in other trials sown in experimental areas having more than two previous nodulated soybean crops, indicated an adequate natural nutrient supply. In this situation it is unlikely to have any response to foliar fertilization, and it is still more unlikely with commercial products that give fewer amounts of mineral nutrients.

Introducción

La fertilización foliar es un recurso agrotécnico que ha resultado efectivo para incrementar la producción de numerosos cultivos. Una de las ventajas respecto a la fertilización al suelo radica en que la disponibilidad de los nutrimentos es más rápida en los sitios requeridos por la planta.

En la simbiosis entre la soja (*Glycine max* (L.) Merr.) y el rizobio, la actividad de la fijación del nitrógeno declina marcadamente desde el comienzo del crecimiento de las semillas (8). Contemporáneamente se inicia una importante migración de los compuestos nitrogenados desde los tejidos vegetativos hacia las semillas, acelerando los procesos de senescencia foliar

que disminuyen la tasa asimilatoria y el período de llenado (15). Para compensar este nitrógeno y otros nutrimentos trasladados, García y Hanway (5) experimentaron la fertilización foliar con N, P, K y S en una relación similar a la hallada en las semillas. Con una relación de concentraciones de 10:1:3:0.5 de N, P, K, S aplicada durante el llenado de las semillas, obtuvieron incrementos del rendimiento de hasta un 44%. Otros trabajos realizados a partir de entonces produjeron resultados contradictorios (2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 16).

El objetivo de los ensayos analizados en este trabajo fue dilucidar los efectos de la fertilización foliar con N, P, K y S y con productos comerciales, durante el período reproductivo, sobre el rendimiento.

Material y métodos

Los ensayos se realizaron en la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros, INTA, en Oliveros (32°33'S y 60°51'O), República Argentina. Las siembras se efectuaron el 23-11-78; 27-11-79; 24-11-80 y 21-12-81. Los suelos fueron Argiudol típico serie

¹ Recibido para publicación el 16 de noviembre de 1984.

* Estación Experimental Agropecuaria Oliveros INTA-CC 4-2206 OLIVEROS

** Fac. Cs. Agrs., Univ. Nac. Rosario-Sta. Fe 2051-2000 Rosario-Argentina

Maciel en el año 1979 y Arguidol ácuico serie Oliveros en los restantes años ambos de clase I según su capacidad de uso (6). Los análisis químicos efectuados en los suelos no revelaron deficiencias de nutrientes minerales. Los cultivares utilizados fueron Halesoy 321 en los cuatro años y Williams en 1979 y 1980.

Las semillas inoculadas se sembraron sobre suelos barbechados que contaron con 0, 2, 2 y 3 cultivos previos de soya nodulada en cada uno de los respectivos ciclos. La distancia entre surcos fue de 0.7 m con una densidad de alrededor de 30 plantas/m², efectuándose las labores culturales requeridas.

Las soluciones utilizadas contuvieron N, PKS (1:3:0.5) y NPKS (10:1:3:0.5) en las dosis indicadas en el Cuadro 1. Cuando el N se aplicó sólo, la fuente fue urea; en la mezcla PKS las sales fueron KPO₄H₂: K₂PO₄H, KCl y K₂SO₄ y en la mezcla NPKS: urea: (NH₄)₂PO₄H: KPO₄H₂: KCl y K₂SO₄. Las soluciones se prepararon con agua destilada; se ajustaron a pH 6.8 y contuvieron 0.25 ml/l del tensoactivador SP 80. La dosis final de cada tratamiento se alcanzó después de cuatro aplicaciones parciales de 300 l/ha cada una. Las atomizaciones se realizaron cada 5 a 9 días entre R₅ y R₇ (4). En el último año el ensayo contó con otros tratamientos consistentes en la utilización de productos comerciales, cuyas dosis y época de aplicación se detallan en el Cuadro 2.

Las soluciones se aplicaron con una mochila provista de botallón que permitió mojar completamente las plantas desde arriba y por ambos costados. En los dos primeros años se realizaron por la mañana y en

1980 y 1981 en las últimas horas de la tarde. Las parcelas testigos fueron asperjadas con agua más tensoactivador.

El diseño experimental en cada ensayo fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de 3.5 m de ancho por 10 m de largo cosechándose una superficie de 15 m². El rendimiento de semillas se expresó en kg/ha con 13% de humedad. Para explicar las diferencias entre los rendimientos, se extrajeron 10 plantas al azar de cada parcela registrándose el número de frutos por planta.

Los resultados se sometieron al análisis de la variancia y las diferencias entre los tratamientos se establecieron según el Test de Rangos Múltiples de Duncan al nivel del 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observa que sólo en el primer año hubo incrementos del rendimiento y ocurrió en tratamientos que suministraron nitrógeno. Con aplicaciones de 40 y 80 kg N/ha los rendimientos se incrementaron en un 11.0 y 11.7% respectivamente. Con los cuatro nutrimentos, 40:4:12:2 kg NPKS/ha el rendimiento aumentó en 10.9% similar al logrado con nitrógeno sólo, pero al duplicar estas dosis hubo un incremento del 20.5%, posiblemente por una interacción entre N y PKS a estos niveles. Asociado con estos incrementos, las hojas de estos tratamientos fueron de color verde más oscuro que las de los restantes tratamientos. Se deduce que la fertilización aumentó la concentración foliar de los nutrimentos aplicados, fundamentalmente del nitrógeno, acorde con antecedentes existentes (2, 9 y 14).

Cuadro 1. Efecto de la fertilización foliar con N, PKS y NPKS sobre el rendimiento de la soya.

Dosis (kg/ha) N P K S	Rendimiento (kg/ha)					
	1978/79	1979/80		1980/81		1981/82
	Halesoy 321	Halesoy 321	Williams	Halesoy 321	Williams	Halesoy 321
0 0 0 0	2 667 a ¹	2 874	2 724	3 584	2 964	3 459
40 0 0 0	2 963 b	2 760	2 683	3 592	3 111	3 227
80 0 0 0	2 981 b	2 608	2 647	3 594	2 809	3 100
0 4 12 2	2 630 a	2 656	2 619	3 586	—	—
0 8 24 4	2 595 a	2 710	2 688	3 485	—	—
40 4 12 2	2 958 b	2 794	2 819	3 595	2 946	3 221
80 8 24 4	3 215 c	2 587	2 599	3 366	2 967	3 144
Coefficiente de variación %	4.41	9.11	4.44	5.59	7.50	5.71

1 En el ciclo 1978/79, valores seguidos de igual letra no difieren al nivel del 5% según Test de Duncan. En restantes años, diferencias no significativas.

Cuadro 2. Dosis (g/ha), época de aplicación de dos productos comerciales y rendimiento (kg/ha) del cv. Halesoy 321 de soya en 1981/82.

Productos	Dosis (g/ha)										Epoca de aplicación	Rendimiento (kg/ha)
	N	P	K	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Mo		
Testigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	3 459
A + B	1 100	200	300	85	70	43 5	35	33 5	13	0 45	R1	3 437
A + B	2 200	400	600	170	140	87 0	70	67 0	26	0 90	R1 y R5	3 353
A + B	3 300	600	900	255	210	130 5	105	100 5	39	1 35	R1, R5 y R6	3 220
B	—	—	—	—	50	30	25	22 5	8 5	0 30	R1	3 357
B	—	—	—	—	100	60	50	45 0	17 0	0 60	R1 y R5	3 278
B	—	—	—	—	150	90	75	67 5	25 5	0 90	R1, R5 y R6	3 371

En nuestro ensayo, este mejor estado nutritivo de las plantas favoreció los procesos asimilatorios, sosteniendo el crecimiento de un mayor número de semillas y, por ende, reduciendo la caída de frutos. Los frutos por planta, al momento de la cosecha, se incrementaron hasta 37% con las dosis más altas, pero sin producir diferencias significativas en el número de semillas por fruto ni en el peso unitario de las semillas. Las hojas en los tratamientos con nitrógeno amarillaron aproximadamente 10 días más tarde, prolongando el período de llenado de los granos, lo cual permitió que éstos alcanzaran similar tamaño que los restantes tratamientos a pesar del incremento en su número. García y Hanway (5) también encontraron que los aumentos de rendimiento se debieron al mayor número de semillas cosechadas.

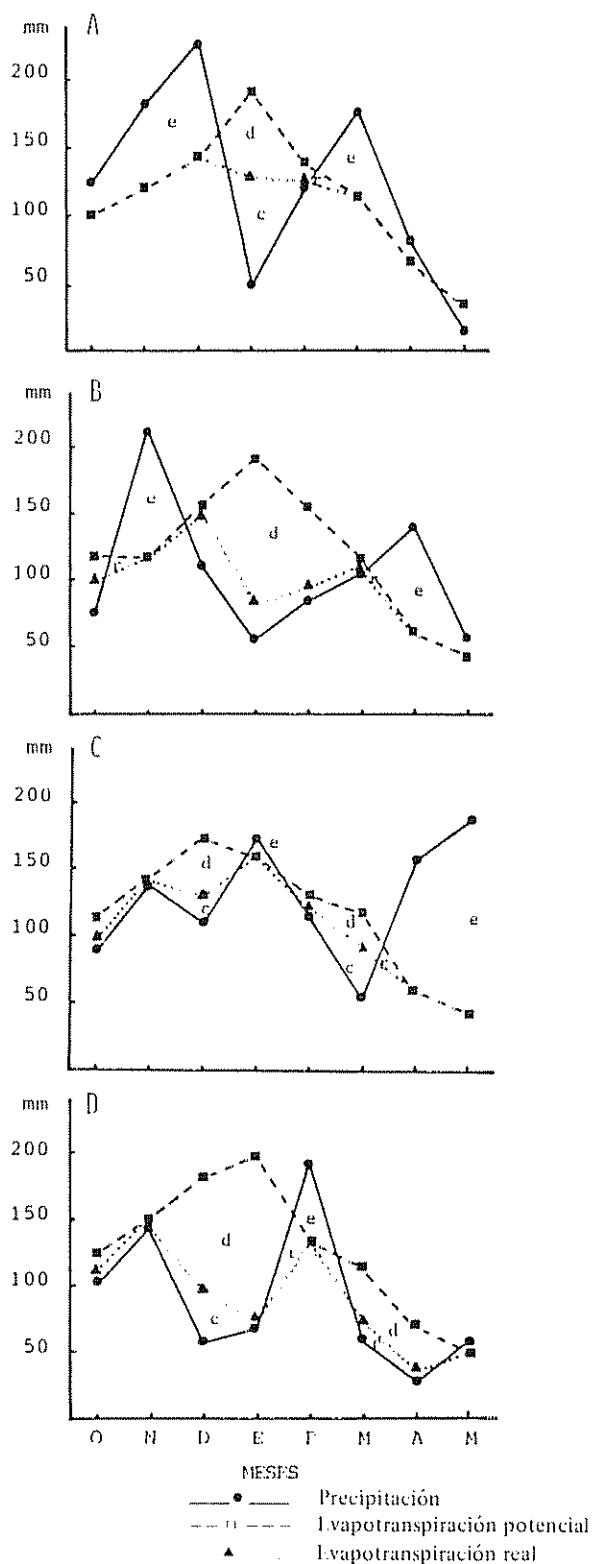
En los restantes años, independientemente del cultivar utilizado, no se produjeron diferencias significativas del rendimiento debidas a los tratamientos. Los promedios de ambos cultivares en el ciclo 1979/80 fueron relativamente bajos debido a la sequía que incidió durante el crecimiento reproductivo (Figura 1B), en contraposición a los restantes años que fueron climáticamente más favorables (Figuras 1A, C y D). Sin embargo, el rendimiento del testigo en 1978/79 fue el más bajo. El hecho de que la producción de semillas del tratamiento 80:8:24:4 kg NPKS/ha de esta campaña fuese similar al de los mismos tratamientos y testigos de Halesoy 321 en 1980/81 y 81/82 indicaría que el nivel de nutrimentos en los tejidos fue limitante solamente en 1978/79.

Se interpreta que el motivo fundamental de estas diferencias estuvo radicando en que en 1978/79 se cultivó soya nodulada por primera vez, mientras que en los restantes años tuvieron 2, 2 y 3 cultivos nodulados previos, lo que aseguró una adecuada provisión de nitrógeno, favoreciendo la acumulación de nutri-

mentos esenciales. En otros trabajos de fertilización nitrogenada al suelo se comprobó que luego de dos o más cultivos previos de soya nodulada, el aporte de la fijación simbiótica a la planta fue de tal magnitud que un aporte adicional al suelo de hasta 200 kg N/ha en distintos estadios no afectó ninguna de las variables medidas (1).

En los cuatro años, las hojas superiores de ambos cultivares que recibieron tratamientos de 80 kg N/ha, sólo o combinado, presentaron áreas necróticas. Los antecedentes indican que este daño se incrementa con temperaturas elevadas luego de la aplicación y condiciones de déficit hídrico (11 y 12). El "quemado" fue mayor en 1979/80, ciclo en el cual el balance hídrico fue más desfavorable (Figura 1B) coincidiendo además con una aplicación matinal. Como la urea es hidrolizada en los tejidos por la ureasa produciendo amonio, si no es rápidamente utilizado produce daño (7, 16). En 1979/80 la urea aplicada estuvo expuesta a las altas temperaturas posteriores, acelerándose su hidrólisis y agravándose el daño por la sequía. Como consecuencia final, las hojas iniciaron la senescencia y caída con una semana de anticipación respecto del testigo. Consecuentemente con el daño foliar se produjo una consistente aunque no significativa reducción del rendimiento en los dos cultivares (Cuadro 1). Estos efectos fueron menores en 80/81 pero en 81/82 se acercaron al de 79/80 frente a un balance hídrico intermedio (Cuadro 1 y Figuras 1C y D).

En 1981/82 integrando el mismo diseño experimental, además de los tratamientos del Cuadro 1, se evaluó la respuesta de dos productos comerciales que designamos A y B (Cuadro 2). Las dosis más bajas fueron las recomendadas por los fabricantes. Las concentraciones de NPKS de las dosis incrementadas fueron inferiores a la décima parte de las más



bajas del Cuadro 1. Ninguno de los tratamientos produjo diferencias significativas del rendimiento entre sí ni con el testigo al nivel del 5% de probabilidad (Cuadro 1 y 2).

Estos resultados coinciden con dos ensayos realizados en el mismo ciclo agrícola con cultivares Hood Selección Cerro Azul y Bragg, sembrados inmediatamente luego de una cosecha de trigo cuyos rendimientos promedio general de todos los tratamientos fueron de 2 628 y 2 614 kg/ha respectivamente. Además desde 1979/80 a 1981/82 se utilizaron otros productos comerciales, solos o con aditivos como glucosa, ácido cítrico, ácido oxálico y ácido etilendiaminotetracético que no produjeron diferencias en los rendimientos (datos no publicados).

Esta ausencia de respuesta a los fertilizantes comerciales no debe sorprender por cuanto aún al incrementarse las dosis recomendadas, las dosis de macronutrientes fueron sustancialmente inferiores a las de las formulaciones N y NPKS del Cuadro 1, que tampoco produjeron incrementos del rendimiento. La posibilidad de una respuesta a los micronutrientes o a aditivos orgánicos no fue evidente. Si bien, es posible que dosis relativamente bajas de elementos esenciales absorbidas por las hojas pueden catalizar procesos metabólicos que favorezcan una absorción radical adicional (9, 17), la falta de respuesta observada descarta esta posibilidad.

Estos resultados permiten llegar a la conclusión de que en esta zona, cultivos de soja realizados en lotes que tuvieron más de dos ciclos de soja nodulada, alcanzan un nivel nutricional que satisfacen los requerimientos de los granos en crecimiento. La cantidad de nutrientes acumulados en los tejidos vegetativos es de tal magnitud, que una aplicación adicional no modifica otros factores fisiológicos.

Resumen

Se evaluó el efecto de la fertilización foliar durante el período reproductivo sobre el rendimiento de la soja. Los ensayos se realizaron entre 1978 y 1981 en la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros, INTA (32°33'S y 60°51'O) Argentina, sobre un suelo Argiudol de clase I con 0 a 3 cultivos previos de soja nodulada. Los análisis químicos del suelo no revelaron deficiencias de nutrientes minerales. Las soluciones aplicadas a dos cultivares difundidos en la zona aportaron N, PKS, NPKS o formulaciones comerciales de macro y/o micronutrientes, en un diseño de bloques completos al azar.

Sólo en el primer año se observó un incremento promedio del rendimiento de un 11% cuando la

dosis fue de 40 ó 80 kg N/ha ó 10:4:12:2 kg NPKS/ha. Con 80:8:24:4 kg NPKS/ha el aumento fue de 20-5%. Estos incrementos se debieron al aporte adicional de estos nutrimentos, los que habrían estado en niveles limitantes en los tejidos. Por el contrario, la ausencia de respuesta en los restantes ensayos realizados en lotes con más de dos cultivos previos de soya nodulada, indicaría una adecuada provisión natural de nutrimentos. En esta situación, la probabilidad de tener una respuesta a la fertilización foliar es baja y más aún con la utilización de productos comerciales que provean menor cantidad de nutrimentos.

Literatura citada

- 1 BODRERO, M. L., MARTIGNONE, R. A. y MACOR, L. Efecto de la fertilización nitrogenada de soya. *Ciencia del Suelo* (Argentina) 2: 1984 (en prensa)
- 2 BOOTE, K. J., GALLAHER, R. N., ROBERTSON, W. K., HINSON, K. y HAMMOND, L. C. Effect of foliar fertilization on photosynthesis, leaf nutrition and yield of soybeans. *Agronomy Journal* 70:787-791 1978
- 3 DERMAN, B. D., RUPP, D. C. y NOODEN, L. D. Mineral distribution in relation to fruit development and monocarpic senescence in Anoka soybeans. *American Journal of Botany* 65:205-213 1978
- 4 FEHR, W. R. y CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Cooperative Extension Service Agriculture and Home Economics Experimental Station IOWA State University of Science and Technology, Ames, Iowa, 1977. Special Report 80 11 p
- 5 GARCIA, R. L. y HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. *Agronomy Journal* 68:653-657 1976
- 6 HEIN, N., MOSCONI, I. y PANIGATTI, J. L. Mapa de suelos de la E.E.A. Oliveros (Sta. Fe, Rep. Arg.) INTA Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela. INTA 1980. Publicación Miscelánea No. 6 36 p
- 7 HINSVARK, O. N., WITTEWER, S. H. y TUKEY, H. B. The metabolism of foliar supplied urea. I. Relative rates of $C^{14}O_2$ production by certain vegetable plants treated with labelled urea. *Plant Physiology* 28:70-76 1953
- 8 LAWN, K. S. y BRUN, W. A. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. I. Effect of photosynthetic source-sink manipulations. *Crop Science* 14:11-17 1974
- 9 MARTIGNONE, R. A. y NAKAYAMA, F. Fertilización foliar con urea y sacarosa en soja. *Glycine max* (L.) Merr. *Oyton* 43:167-178 1983.
- 10 PARKER, M. B. y BOSWELL, F. C. Foliage injury, nutrient intake and yield of soybeans as influenced by foliar fertilization. *Agronomy Journal* 72:110-113 1980
- 11 POOLE, W. D., RANDALL, G. W. y HAM, G. E. Foliar fertilization of soybeans. I. Effect of fertilizer sources, rates and frequency of application. *Agronomy Journal* 75:195-200 1983
- 12 POOLE, W. D., RANDALL, G. W. y HAM, G. E. Foliar fertilization of soybeans. II. Effect of biuret and application time of day. *Agronomy Journal* 75:201-203 1983
- 13 ROBERTSON, W. K., HINSON, K. y HAMMOND, L. C. Foliar fertilization of soybeans (*Glycine max* (L.) Meer.) in Florida. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 36:77-79 1977
- 14 SESAY, A. y SHIBLES, R. Mineral depletion and leaf senescence in soya bean as influenced by foliar nutrient application during seed filling. *Annals of Botany* 45:47-55 1980
- 15 SINCLAIR, T. R. y de WIT, C. R. Analysis of the carbon and nitrogen limitations to soybean yield. *Agronomy Journal* 68:319-324 1976
- 16 VASILAS, B. L., LEGG, J. y WOLF, D. C. Foliar fertilization of soybeans: absorption and translocation of ^{15}N labelled urea. *Agronomy Journal* 72:271-275 1980
- 17 WITTEWER, S. H. y BUKOVAC, M. J. The uptake of nutrients through leaf surfaces. In Linser, H. ed. *Handbuch der pflanzenernahrung und Dungung*. Springer Verlag, New York. Vol. 1: 325-261 1969.

Reseña de libros

LEON ARTETA, R. Nueva edafología. México Gaceta 1984. 370 p

Este libro, del autor mexicano Régulo León Arteta editado por el Grupo Editorial Gaceta S.A. está dirigido como su autor lo señala a los estudiosos de las ciencias del campo, ecólogos, geógrafos, biólogos, agrónomos, estudiantes, naturistas o al lector que busca el bienestar del campo. En el mismo, el autor trata de abarcar los principales temas de la ciencia del suelo, distribuidos en 10 capítulos. En el primero se hace una breve historia de la edafología y se discuten los factores formadores de suelo; el segundo está dedicado a la física de suelos dando énfasis a la composición mecánica y la estructura; el tercero analiza las relaciones agua - suelo - planta - atmósfera; el cuarto trata algunos de los aspectos más importantes de la química de suelos como: pH, capacidad de intercambio catiónico y el humus; el quinto reúne una información bastante amplia sobre nutrición vegetal que incluye todos los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas superiores, además de los tipos y uso adecuado de fertilizantes; el sexto hace referencia a las diferentes clasificaciones de suelo: clasificación con propósitos generales, clasificación FAO/UNESCO, "soil taxonomy" del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, clasificación por capacidad de uso, clasificación por aptitud al riego y clasificaciones prehispánicas; en el séptimo se describen los estudios requeridos y procedimientos recomendados para la conservación del suelo y el agua; en el octavo se expone el origen de los suelos salinos y sódicos, los problemas inherentes a ellos y las prácticas necesarias para recuperarlos; en el noveno se analiza la biología de suelos, haciendo referencia a la macro y microbiología y dentro de éstas, los principales géneros que afectan positiva o negativamente el suelo; en el último se establecen las pautas para un adecuado diagnóstico agroecológico, en donde se incluyen consideraciones sobre parásitos y enfermedades, análisis de suelos, foliares y agua, y agroclimatología.

Al final de cada capítulo se incluye la bibliografía correspondiente a los temas tratados. Se puede apreciar que, aún cuando las referencias en general son

bastante antiguas, tratan temas que aún están vigentes, lo que indica que el autor ha hecho una buena revisión de literatura.

Este libro trata de condensar la información general sobre edafología, que comúnmente se encuentra dispersa en libros específicos tales como Química de Suelos, Física de Suelos, Microbiología de Suelos, Agroclimatología, Clasificación de Suelos, etc., utilizando un vocabulario sencillo, sin palabras superfluas, lo que permite ser entendido por cualquier persona que inicia el estudio de la ciencia del suelo.

Presenta muchos errores a lo largo de todos los capítulos, lo que le resta elegancia, claridad y hace evidente la falta de un buen editor. Los errores más frecuentes son la mala ortografía y los errores tipográficos escapados en la corrección de los borradores, que se presentan en muchas de las páginas de los primeros nueve capítulos, especialmente. Otro error que se presenta es la falta de consistencia; por ejemplo, en la página 336 primero se escriben los meses con mayúscula y luego en los últimos párrafos se escriben con minúscula. La inconsistencia también se presenta en la forma de citar los diferentes autores, en unos casos se anota el año después del apellido y en otros no (ver página 57). Además se hace referencia a algunos autores que no aparecen en la revisión de literatura por ejemplo, Graham (ver página 57).

Otro error en el que incurre el autor es en hacer un uso muy frecuente de ejemplos de sitios mexicanos en casos en que no es realmente necesario citarlos y, además, únicamente se da el nombre del lugar pero no se indican las condiciones en que se realizaron los diferentes estudios, e.g. "En aguacatales de Coscomatepec, Veracruz, afectados por *Phytophthora cinamomi* se han recuperado con aplicación de gallinaza" (página 149, párrafo 7).

Al final del texto se incluye un índice analítico sumamente amplio, el cual le permite al lector encontrar con rapidez el tema deseado.

El libro constituye un buen aporte al conocimiento de la ciencia del suelo, que puede ser muy útil como texto en las diferentes universidades latinoamericanas.

JUAN E. MORA MONTERO
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA

R. B. BHAT*
E. O. ETEJERE*

Resumen

Tres variedades de semillas, clasificadas con base en su color y grado de manchado, fueron identificadas en las vainas de *Lablab niger*, un cultivar tropical común. Las variedades fueron designadas como ligeramente manchado pardo oscuro (SDB), fuertemente manchado pardo oscuro (HDB) y ligeramente manchada pardo clara (SLB). Entre ellas, la característica SDB fue dominante, mientras que SLB se mostró como recesiva; la proporción en que se presentan todas ellas fue de 7:4:1. Las variantes de semillas recolectadas recientemente, así como aquellas atacadas por insectos, sometidas a varios estudios experimentales, mostraron un grado similar de germinación tanto a la luz como en la oscuridad, con una temperatura óptima de 30°C. La profundidad óptima para plantar las semillas fue de 2 cm.

Su almacenamiento fue favorecido por temperaturas bajas, pues retienen un mayor porcentaje de viabilidad. Entre los diferentes métodos de almacenamiento, el uso de una película de aceite castor sobre las semillas dio los mejores resultados.

Introduction

L *ablab niger* Medic is a climbing perennial herb which grows in the tropics. It is native to East Indies and has been observed to thrive very well in the West Coast of Africa (4). Purseglove (5) also reports that *L. niger* may likely have its origin in Asia. Although it occasionally grows wild, in Nigeria it is commonly cultivated for food. The fresh pods, which are used for food, are a good source of easily available plant protein.

The plant is cultivated at the beginning of the rainy season, March/April and it starts flowering in May/June. It continues to bear pods till the end of December and fruiting declines till the next season.

Although it is a rich source of plant protein, much attention has not been given to its large scale cultivation in Nigeria. This is probably because a large number of the population depends on animal protein and other sources of plant proteins which are now becoming more expensive.

The present investigation is undertaken with a view to carrying out a more elaborate study on the various aspects of the seeds in relation to viability, germination and storage.

Materials and methods

Healthy seedlings of *L. niger* were raised directly at the beginning of the rainy season (the first week of April, 1983) at a distance of 150 cm apart in single rows of raised ridges. Seedlings were raised in the University of Ilorin main campus (Latitude 08° 26'N, Longitude 04° 30'E). At full growth the climbing stems were supported with wooden stakes. Details of the climatic data are shown in Table 1. Seeds used for the present study were collected as a fresh harvest in July 1983. Dry seed pods were randomly collected from 50 plants and then pooled. Ten random samples of 30 pods each were taken from the pool, opened

¹ Received for publication on November 22, 1984.

The authors acknowledge the Senate Research Grant provided by the University of Ilorin. The authors are also grateful to Dr. J. O. Fasoranti (Entomologist) for the identification of the insect pest and to Prof. V. L. A. Yoleye for this encouragement.

* Department of Biological Sciences, University of Ilorin, PMB 1515, Ilorin, Nigeria.

Table 1. Climatic data with regards to the locality during the growth of *Lablab niger* Medic.

Parameters	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
Av. Max. Air Temperature (°C)	32.9	30.7	28.8	27.9	32.5	34.6
Av. Min. Air Temperature (°C)	22.8	21.9	21.6	21.1	21.4	21.1
Rainfall (mm)	156.2	131.1	126.2	78.7	42.4	0.8
Relative Humidity at 06.00 GMT (%)	91	90	86	81	77	70
Av. Max. Soil Temperature						
at 5 cm	30.8	29.8	28.4	27.2	31.8	33.1
30 cm (°C)	23.5	21.2	20.9	20.2	24.6	25.6
Av. Min. Soil Temperature at						
5 cm	21.9	20.4	20.2	20.0	20.0	20.9
30 cm (°C)	17.6	17.2	17.1	17.1	17.6	18.1

and the seed distribution was observed. The seeds were also examined for morphological characters by using a hand lens. On the basis of testa colour and degree of spotting, seeds were classified in three distinct types, consistently present in all the pods. The occurrence and ratio of each variant in each sample of 30 pods were recorded. A high percentage of the freshly harvested seeds was found to be attacked by the beetle *Callosobruchus phaseoli* Gyll. Since a high percentage of the seeds is attacked by insects, similar experiments performed on normal seeds were also carried out on insect-attacked seeds to determine whether they would deviate from the behaviour of normal seeds. All the insect-attacked seeds used had insect-bored holes of 1 to 4.

Imbibition studies

This experiment was carried out to determine the water absorption capacity of the seeds. A batch of 50 seeds from each variant (10 seeds per replicate) was weighed on a Mettler balance and soaked in sterile distilled water for 12 hours. The seeds were then blotted dry and weighed to determine the increase in weight due to imbibition (3).

Effect of temperature on seed germination

Preliminary experiments have shown that the seeds of *L. niger* germinate equally well in the dark or in the light. The effects of temperature on the different seed variants were carried out at 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 40°C. Ten seeds of each variant were plated aseptically in 9.0 cm petri dishes containing sterile filter papers moistened with 10 ml of sterile distilled water. Petri dishes were incubated under a light intensity of 200 lux for ten days and germination counts were recorded daily. The experiment was replicated ten times.

Effect of planting depth on seedling emergence

Ten seeds of each variant were planted in pasteurised loamy soil placed in cocoa bags at depths of 2, 4, 6, 8 and 10 cm. Ten bags containing the seeds were then placed in open plastic bowls (34 cm diameter). Each plastic bowl contained sufficient water to keep the soil moist. Water ascended each bag through the perforations in the basal region by capillary force, thus minimising soil crusting and compaction. The initial water level in the bowls was maintained constant throughout the experimental period. The experiment was replicated ten times. Emergence counts were recorded daily for 15 days. In order to determine the effect of planting depth on hypocotyl length, all the seedlings were carefully uprooted and the measurements of the hypocotyl were recorded on the 15th day from the date of emergence. The stem length above the cotyledons, as well as the number of leaves including cotyledonary leaves, were recorded.

Seed storage and viability

Various temperatures and cultural methods were tried for storage and viability of only normal seeds. Seed storage was performed in order to identify the best and effective method that will prevent pest attack during storage without the seeds losing their viability. The temperatures tried were 5°C, 15°C, 27 ± 3°C, 40°C and 55°C, while the cultural methods were (i) addition of dried fruits of *Capsicum annuum* to seeds, (ii) thin smearing of seeds with previously heated castor oil (10 ml of castor oil/kg of dried seeds), (iii) admixture of benzene hexachloride (BHC) or DDT dust with seeds, (iv) addition of naphthalene (C₁₀H₈) crystals to seeds kept in a closed container to prevent vaporisation of the crystals and odour, (v) addition of fresh neem leaves, *Azadirachta indica* to

seeds. All the cultural methods were maintained at room temperature after treatment. Seeds were put in portable sacks before they were stored for a maximum period of 6 months during which periodic germination tests were performed every month at 30°C. Germination tests were performed as previously described. Storage effectiveness was also assessed by calculating percentages and viability of insect-free seeds under each storage condition.

Results and discussion

Pods of *L. niger* have been observed to contain three seed variants which are morphologically different in terms of testa colour and spotting. These three seed variants have been designated as slightly spotted dark brown (SDB), heavily spotted dark brown (HDB) and slightly spotted light brown (SLB). Similar observation on seed variance has also been reported for *Parkia clappertoniana* (2). SDB and HDB seeds were observed to occur together in the same pods, with SDB seeds occurring in a higher number. SLB seeds, wherever they occur, were always confined to one pod only. The approximate average ratio of occurrence of SDB, HDB and SLB seeds in 10 random samples of 30 pods each was 7:4:1 respectively (Table 2). Generally the number of seeds per pod varied from 2 to 6.

The percentages of seeds attacked by the beetle *C. phaseoli* in freshly harvested pods were found to be approximately 38%, 19% and 3% for SDB, HDB and SLB seeds respectively (Table 2). These results suggest that early harvest after seed maturation is essential if seed wastage due to insect attack is to be avoided.

The average weight of normal and insect-attacked seeds varied from 340-380 mg and 330-360 mg

respectively. These data differ markedly from those reported by Irvine (4) and Purseglove (5) who gave seed weight range of 250-500 mg. The loss of weight in insect-attacked seeds was due to the destruction of part of the cotyledons. No significant difference in weight was observed between normal SDB and HDB variants while normal SLB variant showed a significant difference from the former two variants (Table 3). The percentage increase in seed weight of normal SDB, HDB and SLB seeds after imbibition of water was 108, 105 and 68 respectively. Water imbibition by the seeds compared to the initial weight tends to be directly proportional to initial seed weight. Insect-attacked seeds showed a higher percentage of water imbibition than normal seeds probably due to water occupying the holes bored by the insects (Table 3). All the seed variants of *L. niger* were observed to germinate equally well both in the dark and in the light. The optimum temperature for germination of normal and insect-attacked seeds was 30°C for all variants (Table 4).

Although a satisfactory percentage of germination occurred for all the normal seed variants at 35°C, the insect-attacked seed variants showed only 25% germination for SDB while HDB and SLB showed no germination (Table 4). This is likely due to thermal effects on the embryos exposed to direct temperature through the holes bored or to embryo damage.

The poor germination at high temperatures such as 40°C suggests that seeds are not suitable for seedling propagation during the dry season except where irrigation facilities are available.

The most suitable planting depth for seedling emergence was 2 cm. No normal seeds emerged below 8 cm planting depth. A similar observation was made

Table 2. Distribution of seed variants in randomly selected pods of *Lablab niger*

Samples of 30 pods	Total number of seeds in 30 pods	Average number of seeds per pod (± 1 SE) ¹	Number of SDB seeds in 30 pods	Number of HDB seeds in 30 pods	Number of SLB seeds in 30 pods	Ratio of occurrence of seed variants in 30 pod samples	Number of insect attacked seeds in 30 pods		
							SDB	HDB	SLB
A	117	3.9 \pm 0.91	89	24	4	22:6:1	14	3	0
B	121	4.0 \pm 0.63	83	29	9	9:3:1	15	4	1
C	114	3.8 \pm 0.12	65	37	12	5:3:1	14	4	1
D	117	3.9 \pm 0.58	68	46	3	23:15:1	12	10	0
E	114	3.8 \pm 0.15	56	49	9	6:5:1	10	8	0
F	119	4.0 \pm 0.63	69	39	11	6:4:1	12	6	2
G	116	3.9 \pm 0.39	58	50	8	7:6:1	10	5	1
H	105	3.5 \pm 0.25	53	42	10	5:4:1	8	5	1
I	112	3.7 \pm 0.83	42	55	15	3:4:1	8	5	3
J	112	3.7 \pm 0.15	66	32	14	5:2:1	12	6	1

SE = Standard Error

Table 3. Water Imbibition (mg) by seeds of *Lablab niger*

Measurements	Normal seeds			Insect-attacked seeds		
	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB
Final weight	770	780	570	750	720	590
Initial weight	370	380	340	350	330	360
Increase in seed wt (%)	108	105	68	114	118	109

Table 4. Influence of temperature on seed germination of *Lablab niger* Germination data taken after 10 day incubation period.

Temp °C	Normal (% germination) ± ISE ¹			Insect attacked (% germination) ± ISE		
	SDB	HDB	SLB	SDB ± ISE	HDB ± ISE	SLB ± ISE
20	11 ± 1.3	37 ± 1.8	26 ± 1.0	14 ± 0.8	26 ± 1.3	19 ± 0.4
25	82 ± 3.1	45 ± 1.7	64 ± 2.4	22 ± 1.1	43 ± 0.9	56 ± 1.8
30	89 ± 2.6	85 ± 2.2	100 ± 2.8	85 ± 1.5	64 ± 1.5	66 ± 1.8
35	36 ± 1.8	63 ± 2.6	100 ± 1.9	25 ± 0.9	0 ± 0	0 ± 0
40	9 ± 0.2	11 ± 0.3	13 ± 0.5	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

1 ISE = Standard Error

for the insect-attacked seeds although they showed a lower percentage emergence (Table 5). This may be due to the less protection of the embryo of the insect-attacked seeds thus resulting in decay caused by microorganisms. Examination of ungerminated and unemerged seeds showed that they had decayed. The planting depth had no impact on the hypocotyl length or stem length above the cotyledons of seedlings raised from normal and insect-attacked seeds. The average total leaf number varied from 4 to 6 for all seedlings irrespective of the planting depth (Table 5).

Generally low temperatures (5-15°C) seem to be most favourable for seed storage and viability (Table 6). It was also observed that seeds stored under these temperatures were not affected by insects. Probably these low temperatures inhibit the development of the eggs of the insect pests. Seeds stored at room temperature (27 ± 3°C) tended to be highly susceptible to insect attack that causes the destruction of the cotyledons. Although the seeds under room temperature were prone to attack by insects, their viability was not severely affected. Temperatures of 40°C and 55°C were found to be suitable for seed storage because they were relatively free from insect attack. However, viability was highly reduced at

40°C and completely lost at 55°C. It is probable that long storage under these high temperatures completely dehydrates the seeds and destroys the embryo due to high thermal effect. These observations agree with those of Etejere (1).

Among the cultural practices used for seed storage, the castor oil smear was observed to be the most suitable. Seeds were completely free from insect attack while still retaining a high percentage of viability (Table 7). The use of BHC/DDT dust or naphthalene crystals seems to be fairly effective for both seed storage and viability. However, great care should be taken to get rid of these chemicals before they are used for animal or human consumption. Smartt (6) also reports that seeds meant for sowing can be protected against insect attack by an admixture of BHC or DDT dust. The use of naphthalene crystals, however, requires closed containers in order to prevent the evaporation of the crystals and the loss of the insect-inhibiting smell. The use of fresh leaves of *A. indica* (neem) or dried fruits of *C. annuum* seems to be effective for storage for short periods since insects tend to develop with longer periods of storage due to the loss of the repelling strong smell of the neem leaves or *C. annuum* fruits.

Table 5. Effect of planting depth on seedling emergence and development of *Lablab niger* raised from normal seeds. Data were obtained after 15 days of seedling emergence.

Planting depth (cm)	2			4			6			8			10		
	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB
Seed variants															
Seedling emergence at day 15 (%)	100	81	92	98	73	80	32	40	37	0	0	0	0	0	0
Av hypocotyl length (cm)	11.5	15.3	11.8	17.0	15.1	12.0	14.0	15.2	10.0						
Av stem length above cotyledons (cm)	59.6	65.3	56.0	65.0	52.0	67.6	63.0	64.0	74.0						
Av total leaf number	5	6	5	5	6	6	5	5	6						

Table 6. Effect of planting depth on seedling emergence and development of *Lablab niger* raised from insect-attacked seeds. Data were obtained after 15 days of seedling emergence.

Planting depth (cm)	2			4			6			8			10		
	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB
Seed variants (insect-attacked seeds)															
Seedling emergence at day 15 (%)	66	30	51	33	12	18	6	8	0	0	0	0	0	0	0
Av hypocotyl length (cm)	3.9	11.0	17.0	15.5	13.2	9.0	12.0	14.0							
Av stem length above cotyledons (cm)	64.2	62.1	27.5	45.0	58.6	53.1	59.0	51.9	-	-	-	-	-	-	-
Av total leaf number	6	5	4	6	5	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-

Table 7. Seed storage and viability of *Lablab niger*. Data were collected after six months storage period.

Storage condition	Seeds free from insect attack (%)			Germination of seeds after 6 months storage (%)		
	SDB	HDB	SLB	SDB	HDB	SLB
5°C	100	100	100	92	82	98
15°C	100	96	97	90	86	92
27°C ± 3°C (Room Temp)	5	8	12	81	79	75
40°C	98	91	93	12	10	17
55°C	98	99	96	0	0	0
Addition of <i>C. annuum</i> dried fruits	11	14	22	80	84	76
Castor oil smear	100	100	100	98	89	93
Admixture of naphthalene crystals	75	70	68	80	80	71
Admixture of BHC/DDT dust	69	71	77	86	73	68
Addition of neem leaves	9	13	18	68	61	75

Low temperature storage methods, though highly effective for seed storage and viability, are not feasible in developing countries due to their high cost. The most suitable and feasible method for storage of *L. niger* is the castor oil smear. This has the advantage of keeping the seeds free from insects for very long periods while also retaining a high percentage of viability. Other storage methods suggested by Smartt (6) could also be practised and these include the use of sealed and thermally insulated store and for small quantities of seeds, sealed drums or polythene bags is effective.

Summary

Three seed variants based on testa colour and degree of spotting have been identified in pods of *Lablab niger*, a common tropical crop. These variants have been designated as slightly spotted dark brown (SDB), heavily spotted dark brown (HDB) and slightly spotted light brown (SLB). Among the variants, SDB seeds were observed to be dominant while SLB seeds are recessive, all being in the occurrence ratio of 7:4:1. Freshly harvested normal and insect-attacked seed variants subjected to various

experimental studies showed that they germinate equally well in the light and dark with an optimum temperature of 30°C. The most suitable planting depth for the seeds was found to be 2 cm. Storage of seeds was most favoured by low temperatures which retained a high percentage of viability. Among the cultural methods of storage, the use of castor oil smear on seeds gave the best results.

Literature cited

- 1 ETEJERE, E. O. Viability of herbicide-treated seeds of *Eupatorium odoratum* L. Weed Research 20:361-353 1980
- 2 ETEJERE, E. O., FAWOLE, M. O. and SANI, A. Studies on the seed germination of *Parkia clappertoniana* Turrialba 32:181-185 1982.
- 3 ETEJERE, E. O. and OSATIMEHIN, D. A. Germination, emergence and survival of *Adansonia digitata* L. Turrialba 34(3) 1984 At press.
4. IRVINE, F. R. West African Crops. Oxford University Press, 1979. 213 p
5. PURSEGLOVE, J. W. Tropical crops-Dicotyledons. 3 ed. London, Longman, 1974. pp 273-276
- 6 SMARTT, J. Tropical pulses. London, Longman, 1976. 219 p

THE EFFECT OF THREE SOURCES OF NITROGEN FERTILIZER ON THE YIELD
AND QUALITY PARAMETER OF SUGAR-CANE (*Saccharum officinarum* L.)¹ /

C. R. OBATOLU*
J. ENZMANN**

Resumen

El rendimiento de plantas de caña de azúcar fue estudiado bajo el efecto de tres fuentes de nitrógeno (nitrato de sodio, urea y sulfato de amonio) con o sin inhibidores de la nitrificación.

Mediante el empleo de inhibidores de la nitrificación se logró mayor rendimiento –aunque no significativo estadísticamente– cuando se utilizó sulfato de amonio como fuente de nitrógeno, comparativamente con urea y nitrato de sodio

El contenido de sustancias minerales de las plantas de caña de azúcar, el cual incide en su calidad, no se vio afectado como resultado del uso de las diferentes fuentes de nitrógeno o de inhibidores de la nitrificación.

Otros indicadores de calidad, como el contenido de $\text{NO}_3\text{-N}$ de la planta, no fueron adversamente afectados por el uso de alguno de los fertilizantes nitrogenados.

Introduction

The issue of the nitrogen-nutrition of sugar plants has been controversial, because views vary as regards the form of nitrogen that is utilised best by the plants. Sugar-beet, for example, is believed to thrive better in a predominantly nitrate-nitrogen environment. Various views have been expressed as regards whether sugar-cane thrives better in a predominantly nitrate –or ammonium– nitrogen medium (5).

It has, however, not been easy to establish a predominantly ammonium-nitrogen medium, because of the activities of nitrifying bacteria and other micro-organisms which convert such ammonium-nitrogen into oxidized forms such as the nitrite- and nitrate-nitrogen. Thus a close to pure ammonium-nitrogen nutrition of plants can only be induced through the paralysis of the activities of the micro-organisms

Various chemical and physical means are now being employed to inhibit the activities of the micro-organisms. These include substitutes of piridine and pirimidene traded under the name "N-serve" and "Toyo-Koatsu Am" and partial sterilization of the soil through use of water vapour (8, 14).

The different sources of nitrogen, with or without the nitrification inhibitor, are expected to have consequences on the yield and quality parameters that could affect sugar processing.

This study was therefore designed to examine the effects of the three sources of nitrogen on the yield and the quality parameters of sugar-cane.

Materials and methods

Six kilogram soil (para-brown earth stagnogley)-sand mixture was packed into each pot used for the experiment, and there was 4.5 kg soil to 1.5 kg sand.

Plastic pots of 10 litre capacity were used. Table 1 reflects the important properties of the para-brown earth stagnogley soil, sand and the mixture.

The sugar-cane plants used were from Cuba of the variety B4362 treated prior to planting against rot-

¹ Received for publication on November 22, 1984

* Cocoa Research Institute of Nigeria, Soils and Chemistry Division, PMB 5244, Ibadan – Nigeria

** Institute for Tropical Agriculture (kmu) 7030 Leipzig, Fische strasse 28, German Democratic Republic

ting. They were germinated first in pure sand before they were transplanted into the pots.

The water supply corresponded with 80% saturation of the water retention capacity of the soil-sand mixture. 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 currently traded under the name "6194" from the German Democratic Republic

A basal dose of 0.545 g of P given as KH_4PO_4 , 1.245 g of K given as K_2SO_4 and 0.150 g of Mg given as $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ was applied to each pot one day before the sugar-cane 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 its absence, 50 ml of the alcohol used to dissolve the inhibitor. Twenty-one days after the sugar-cane cuttings were transplanted, the nitrogen fertilizers were applied in a solution injected into the soil

The treatment combinations are in Table 2.

Soil and plant sampling and analysis method

The soil samples were taken with the help of a boring auger specially constructed to suit the pot-experiment, and sampling started a week after the nitrogen fertilizer was applied. About 180 g of soil was taken every week, and the following parameter determined:

- pH-measurement in KCl (1:2.5 soil/solution ratio) with the pH-meter
- $\text{NO}_3\text{-N}$ content by the method described by Jackson (10);
- $\text{NH}_4\text{-N}$ determined as described by Peterburgski (14)
- $\text{NO}_2\text{-N}$ by treatment with sulfanil-acid and χ -Naphthylamine and later measured with the photometer
- Total nitrogen by the half-microkjeldahl method described by Kunze *et al* (11).

Table 1. Important chemical properties of the soil, sand and their mixture, utilized for sugar-cane planting.

Chemical property	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(mg N/100 g soil)	85.633	0.000	66.152
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg $\text{NO}_2\text{-N}/100$ g soil)	0.000	0.000	0.000
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg $\text{NO}_3\text{-N}/100$ g soil)	0.624	0.000	0.507
Water retention capacity (%)	-	-	25.420

Table 2. Fertilizer treatment combination to sugar-cane plants.

Water Supply	Series	1 g N/pot given as	ppm inhibitor	Number of pots for	
				Analysis	Harvest
80% saturation of the water retention capacity	1	-	-	1	4
	2	Urea	-	1	4
	3	Urea	8	1	4
	4	Sodium nitrate	-	1	4
	5	Sodium nitrate	8	1	4
	6	Ammonium sulphate	-	1	4
	7	Ammonium sulphate	8	1	4

After the transplantation of the sugar-cane plants, weekly observations were made as to whether there would be any colourations, diseases or damage.

Growth in height was also recorded and the number of leaves taken note of.

Yield was determined by harvesting the sugar-cane plants at the 19th week of growth. The sugar-cane stems and leaves were harvested separately. The plant materials were first oven dried at 55°C and later to determine the dry matter yield at 105°C in an oven for 3 hours.

The sugar content determination was done by pressing the saft out of the fresh stem and measuring with a refractometer.

The following mineral content analyses were carried out on the 55°C dried plant materials after grinding them to powder:

- Total nitrogen (without NO₃-N) determined by the method described in Kunze *et al.* (11).
- NO₃-N determined by treatment with 1% CuSO₄ solution, xyleneol, 88% H₂SO₄ and 1% NaOH.

- P-content determined as described by Arhenius (2).
- K- and Na- determination as described by Baron and Riehm (3),
- B-determination as described by Mac Dougal and Biggs (12)

Results and discussion

The results of the soil analysis are presented in Tables 3 and 4. These results have been fully discussed elsewhere (13), but suggest that the use of the nitrification inhibitor caused an accumulation of NH₄-N in the soil when urea or sulphate of ammonia was used as a source of nitrogen (Table 3), resulting in the slow conversion of NH₄-N of urea or sulphate of ammonia to NO₃-N as reflected in Table 4. This ensured a predominantly NH₄-N nutrition.

The representation in Figure 1 shows the yield (stem and leaves) as harvested after the sugar-cane plants had achieved physiological ripness at about the 19th week of growth.

Table 3. NH₄-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	10.32	11.15	6.80		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. NO₃-N dynamics in the soil during the 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	0.20	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

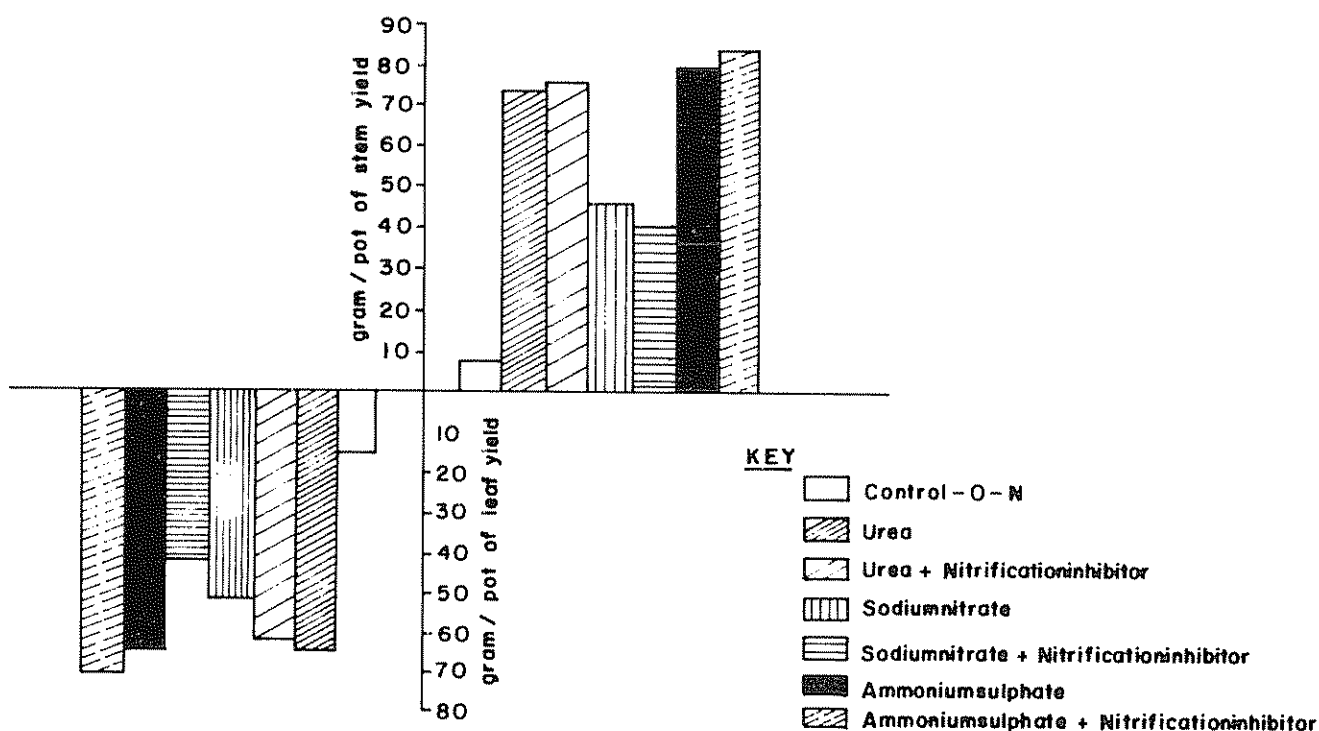


Fig. 1 Stem and leaf yields in gram per pot (Dry substance)

From the results, it is suggested that the treatments with urea or sulphate of ammonia fertilizers had higher yields than the sodium nitrate fertilizer treatment. It has, however, not been well established which form of nitrogen fertilizer is better suited for sugar-cane production of urea or sulphate of ammonia (5). The results of this experiment showed that sulphate of ammonia, with a stem yield range of 70.94 g/pot to 89.13 g/pot (average at 82.86 g/pot) therefore 5.56 g/pot to 8.81 g/pot higher stem yield than the urea treatment which had a range of 64.96 g/pot to 95.55 g/pot (average at 75.67 g/pot), is better utilized by sugar-cane than the latter. Although these results are not statically significant, they however show the general tendency. The leaf yield of the sodium nitrate treatment of 15.94 g/pot – 65.95 g/pot (average at 47.73 g/pot) was lower than that of urea with 56.79 g/pot – 73.66 g/pot (average at 65.13 g/pot) and sulphate of ammonia with 61.68 g/pot – 72.64 g/pot (average at 69.59 g/pot). The results enumerated above, and reflected in Figure 1, also indicate a better performance of sulphate of ammonia than urea.

The results of this experiment agree with the conclusions reached in a review work (1), that of all N-fertilizers used for sugar-cane production, urea and sulphate of ammonia are the most acceptable. It has

been established that the performance of N-fertilizers depends more or less on the soil pH. On soils with low pH-values, urea does better than sulphate of ammonia, while on well buffered soils with pH close to 7.0 the performances are almost equal (5). Since the experimental conditions for all the treatments were the same in this trial, with a pH of the nutrient medium at 5.0 (acidic) and sulphate of ammonia still emerged slightly superior to urea, it could be inferred that the SO_4 -ion in it is responsible for the better effects on the yield (1). Sulphur is a necessary component of adenosinotriphosphate (ATP) used in the process of energy transmission by plants.

The sugar yield as shown in Table 5 was higher by the application of urea or sulphate of ammonia than by sodium-nitrate. The treatments with sulphate of ammonia fertilizer with an average yield of 73.19-75.19 g/pot as compared to urea with 68.05-63.87 g/pot recorded higher yield than the latter. The results thus agree with those published by Gordon (9) where a higher yield was recorded by the use of sulphate of ammonia as compared to urea.

The sugar content of the stems as recorded at harvest is presented also in Table 5. From these results it would appear that the N-source has very little effect on the sugar content. However, the use

Table 5. Sugar yield and sugar content in relation to type of N-fertilizer (g/pot).

Series	Sugar yield	Sugar content
Control - 0 - N	7.83	15.50
Urea	68.05	16.30
Urea + nitrification inhibitor	63.87	14.10
Sodium nitrate	39.73	14.40
Sodium nitrate + nitrification-inhibitor	33.60	15.20
Ammonium sulphate	73.50	14.40
Ammonium sulphate + nitrification-inhibitor	75.19	14.00

of the nitrification inhibitor caused in most cases a slightly lower content of sugar than when it was not used. It was also noticed that the urea treatments recorded generally higher sugar content than those of sulphate of ammonia.

In Figure 2, the $\text{NO}_3\text{-N}$ content of the plant materials at the time of harvest are reflected.

This shows that the greater part of the absorbed $\text{NO}_3\text{-N}$ by the plants was concentrated in the leaves. The values of less than 1.51-1.99% $\text{NO}_3\text{-N}$ of the dry matter considered toxic to cattle (4) is thus still

within the safe limit when it is considered as feed to animals. Through the use of the nitrification inhibitor, however, the $\text{NO}_3\text{-N}$ content of the plant materials could further be decreased. This is because the treatments where the nitrification inhibitor were used recorded lower levels of $\text{NO}_3\text{-N}$ than the treatments where the nitrification inhibitor was not employed. This was more so when either urea or sulphate of ammonia was used.

Tables 6 and 7 show the values obtained for the mineral contents of the plant materials. These results indicate a reduction in the K-content of the leaves

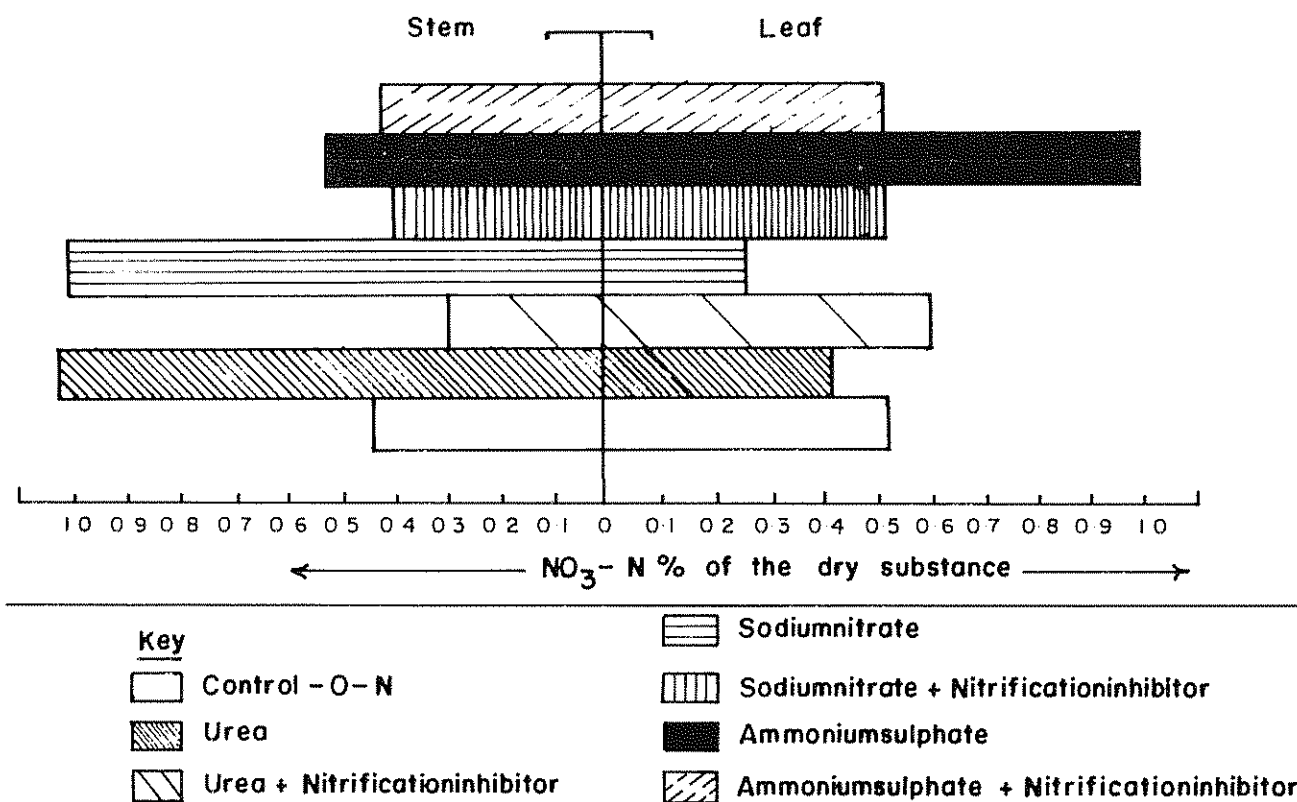
Fig. 2. Effect of the N-type on $\text{NO}_3\text{-N}$ content of the plant materials.

Table 6. Mineral contents of the plant leaf.

Series	K	Na	P	Ca	Mg	B	Mn	Cu
	in percentage of dry substance					in ppm		
Control 0-N	2.28	0.025	0.32	0.47	0.33	11.82	456.50	3.49
Urea	1.24	0.025	0.22	0.56	0.62	15.13	470.17	2.57
Urea + nitrification inhibitor	1.34	0.021	0.27	0.58	0.67	20.38	412.91	3.75
Sodium nitrate	1.22	0.042	0.16	0.52	0.63	16.05	187.29	2.14
Sodium nitrate + nitrification-inhibitor	1.37	0.047	0.19	0.54	0.57	14.51	213.96	2.56
Ammonium sulphate	1.12	0.015	0.29	0.57	0.72	17.25	585.44	5.12
Ammonium sulphate + nitrification-inhibitor	1.21	0.018	0.38	0.52	0.27	19.34	606.94	4.30

Table 7. Mineral content of the plant stem.

Series	K	Na	P	Ca	Mg	B	Mn	Cu
	in percentage of dry substance					in ppm		
Control 0-N	0.85	0.031	0.21	0.30	1.27	5.35	294.36	3.48
Urea	0.86	0.023	0.16	0.23	0.38	6.97	117.90	3.62
Urea + nitrification-inhibitor	0.81	0.023	0.11	0.29	0.28	7.00	104.53	4.58
Sodium nitrate	1.14	0.052	0.16	0.22	0.26	4.31	66.82	2.16
Sodium nitrate + nitrification-inhibitor	1.16	0.052	0.17	0.31	0.23	6.99	64.54	3.50
Ammonium sulphate	0.85	0.017	0.16	0.39	0.86	3.76	263.24	3.76
Ammonium sulphate + nitrification-inhibitor	0.76	0.019	0.16	0.26	0.48	9.13	188.05	5.10

through N-fertilizer application, but increase in the Ca, Mg and B-contents. This could be due to the multiple interaction of elements, whereby through the introduction of one element, the concentrations in the plant of the other elements could result (6).

With the application of sodium nitrate as a source of nitrogen, a decrease in the P, Ca and Mn contents of the plant materials was noted when compared with the other sources of nitrogen (urea or sulphate of ammonia). However, the treatments with urea had higher levels of K, Na, Ca and Mg contents in the leaves and stems but lower levels of P, B, Mn and Cu contents than the sulphate of ammonia treatments.

While boron and manganese were basically concentrated in the leaves, copper (another micro-nutrient) appears to be evenly distributed in all parts of the plant.

In general, the plants were adequately supplied with all nutrient elements according to the levels of requirements quoted from De Geus in Franke (7).

The stem content of Na, Ca, Mg and K become important, when one considers that these elements influence the crystallisation of sugar when the concentration is too high (15). The results as presented in Table 7 suggest an increase in P and Mg contents of the stem through N-fertilizer application except by the application of sodium-nitrate fertilizer. Urea and sulphate of ammonia as source of nitrogen also seem to decrease the stem content of K and Na while sodium-nitrate fertilization had the reverse effect.

Summary

Three sources of nitrogen viz: sodium nitrate, urea and sulphate of ammonia, were used with or without a nitrification inhibitor, and their effects compared on the yield of sugar-cane plants.

Through the use of the nitrification inhibitor, a higher but non-significant yield was recorded from the treatment with ammonium sulphate as the source of nitrogen, over those of urea or sodium nitrate.

The mineral contents of the sugar-cane plants, that affect the quality, were not adversely affected as a result of the use of any of the N-sources and the nitrification inhibitor.

Other quality parameters, e.g. $\text{NO}_3\text{-N}$ content of the plant, were not adversely affected by the use of any of the N-fertilizers

Literature cited

- 1 ADAM, H. M. Über die N- und K-Düngung von Zuckerrohr unter besonderer Berücksichtigung der Düngerformen (Harnstoff, Ammoniumsulfat, Kaliumchlorid, Kalziumsulfat, Kaliumchlorid, Kalziumsulfat) und des N/K-verhältnisses. Diplomarbeit, Leipzig, KMU 1973.
- 2 ARHENIUS, O. Bestimmung von Phosphor durch Reduktion vor Phosphormolybdän (1929) In LANGE B., Kalorimetrische Analyse, Weinheim, Verlag Chemie. 1982
- 3 BARON, H. and RIEHM. Gemeinsame Extraktion und Chemische Bestimmung des leichtlöslichen Anteils der Mikronährstoffe Bor, Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän und Zink im Boden. In Landwirtsch. Forschung 7:82-89. 1955
- 4 ENZMANN, J. and DOUNOU, T. E. Studies on the nitrate content of sugar beet (*Beta vulgaris* L. Provar. altissima Doll) with special reference to the application of N-fertilizers and sprinkling irrigation. In Beiträge zur trop. Landwirtschaft und vet. med. Leipzig KMU 4:355-362. 1973.
- 5 ENZMANN, J. and TUT THEIN, T. Ein Beitrag zu Wirkung verschiedener Stickstoffdüngerformen auf Zuckerrohr (*Saccharum officinarum* L.). In Chemisierung der Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen. Institute für Tropische Landwirtschaft der KMU Leipzig 1:196-213. 1977
- 6 FINCK, A. Pflanzenernährung in Stichworten, Kiel 1969
- 7 FRANKE, G. Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen, Band 1, 2. Auflage, S. Hirzel Verlag, Leipzig 1975.
- 8 GASSER, J. K. R. Nitrifikationsinhibitoren — Their occurrences, production and their influences on plants' yield and composition. In Soil and Fertilizers 33(6):547-554. 1970
- 9 GORDON, J. Urea — To use or not to use. In South Africa Sugar Journal 45(6):547-554. 1970
- 10 JACKSON, M. L. Soil Chemical Analysis, 3rd ed. Englewood Cliffs New York, Prentice Hall, 1962.
- 11 KUNZE, A., et al. Einige apparative Verbesserungen bei Halbmikroaufschluß nach der KJELDAHL-Methode in Verbindung mit verschiedenen Vergleichsuntersuchungen. Zeitschrift Landw. Versuchs- u. Untersuch.-wesen 10:55-63. 1964
- 12 MAC DOUGAL and BIGGS. Borbestimmung in Pflanzen, Landwirtsch. Forschung 11. 1958
- 13 OBATOLU, C. R. Untersuchungen über die N-hat und Ammoniumernährung von Zuckerrohr und Zuckerrohr unter Berücksichtigung der Anwendung eines Nitrifikationsinhibitors. Diplomarbeit, Leipzig, KMU 1980
- 14 PETERBURGSKI, A. W. Praktikum der Agrochemie. Staatlicher Verlag für Landwirtschaftliche Literatur Moskau 1954. pp. 213-214.
- 15 SMIRNOV, P. M. Anwendung von Nitrifikationsinhibitoren zur Senkung der Stickstoffverluste und zur Effektivitätssteigerung der Stickstoffdüngung. In Probleme des Stickstoffein-satzes in der industriemäßigen Pflanzenproduktion. Tagungsbericht der Akademie der Wissenschaften der DDR, Berlin 155: 165-180. 1978

Reseña de libros

RICALDI, V. y ESCALERA, S., eds. La roca fosfórica, fertilizante de bajo costo. Primera Conferencia Latinoamericana de Roca Fosfórica, octubre 1983. Tomos 1 y 2. Editorial Arol S.R.L. Cochabamba, Bolivia, 1984. 530 p.

En dos tomos que agrupan los aspectos de proyección y exploración geológica con minería y metalurgia (Tomo 1) y aplicación agrícola (Tomo 2), se incluyen los trabajos presentados en la primera conferencia latinoamericana de Roca Fosfórica, realizada en Cochabamba, Bolivia, en octubre de 1983. En total se incluyen 35 trabajos, relacionados con rocas fosfóricas de Colombia, Brasil, Bolivia, Ecuador, Argentina y México y su empleo como fertilizante en los mismos países más Perú y Costa Rica.

En el Tomo I se presentan descripciones y estimados de los principales yacimientos de roca fosfórica en América Latina; se ahonda en las génesis y composición de las rocas, con una sección dedicada a trabajos relacionados con el tratamiento del material para sus diferentes usos. En términos generales podría concluirse que el conocimiento geológico, minero y metalúrgico de la región recién inicia su etapa de desarrollo, excepción hecha de Colombia y Brasil donde pareciera haber más conocimiento y aplicación de tecnología.

En el Tomo II se agrupan las experiencias obtenidas con la aplicación de roca fosfórica con fines agrícolas, ganaderos y forestales. Se incluyen trabajos teóricos y prácticos que cubren todos los aspectos relacionados con las reacciones y respuestas de

la roca fosfórica en varios ambientes de América Latina. Como corolario vale la pena mencionar la alta respuesta a la roca en suelos de tipo oxidico con pH menor a 5.5, así como la poca respuesta en suelos derivados de cenizas volcánicas o en suelos con pH mayor a 5.5. Se podría pensar en un efecto de enmienda y de fertilizante fosfatado simultáneo en Oxisoles y Ultisoles, así como en Inceptisoles del trópico húmedo.

Algunos trabajos sobre mezclas de roca fosfórica con microorganismos o a través de reacciones de tipo ácido (como compost de tipo aeróbico) proporcionan otra opción para mejorar la solubilidad de la roca fosfórica, aunque en este caso en pequeña escala debido al volumen de material a manejar.

En términos generales, son pocos los trabajos que estiman al efecto residual de la roca fosfórica, aunque se menciona este aspecto principalmente para cultivos perennes y forrajes. Habría que poner atención, principalmente en el futuro, no sólo a la reactividad del producto sino también al suelo y al clima en que crece el cultivo al que se apliquen, para así obtener una figura más clara con relación a la respuesta a este fertilizante en la América Latina.

Es de elogiar la pronta edición de los tomos que aquí se comentan puesto que este es un trabajo normalmente lento. Ambos tomos pueden adquirirse escribiendo a: Grupo Latinoamericano de Investigación de Roca Fosfórica, Casilla 183, Cochabamba, Bolivia.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA

POLLINATION ECOLOGY OF MANGO (*Mangifera indica* L.) (ANACARDIACEAE)
IN THE NEOTROPIC REGION¹ /

L. F. JIRON*
I. HEDSTRÖM**

Resumen

Fueron realizadas observaciones sobre la interacción entre *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) y sus insectos visitantes, en la Estación Experimental "Fabio Baudrit", La Garita, Provincia de Alajuela, Costa Rica y otras localidades. Las observaciones se llevaron a cabo entre noviembre 1984 y febrero 1985, encontrándose que los visitantes de la flor del mango son principalmente dípteros ciclorafo. Los insectos portadores del polen fueron en su mayoría moscas, sífidas, califóridas y algunas moscas parasitoides de la familia Tachinidae. El polen es transportado por los insectos adherido a las patas, tórax y abdomen, y a la parte ventral de la cabeza. El polen transportado entra en contacto con el estigma cuando el insecto camina sobre la flor. Las flores cubiertas con bolsas no lograron producir fruto, lo que indica que la capacidad de autogamia es muy baja o no existe. *M. indica*, al igual que muchas plantas también introducidas en la región neotropical, no posee ningún insecto visitante perfectamente adaptado. Más bien la presencia de una determinada especie de visitante depende principalmente de la mayor o menor abundancia relativa de éste en la región, o de la disponibilidad de recursos alimentarios para ellos. Algunos de los dípteros encontrados en estrecha relación con la flor de *M. indica* poseen formas acuáticas, subacuáticas o de ambientes muy húmedos. Esto último sugiere que un cuerpo de agua suficientemente cerca de una plantación de mango podría incrementar la formación de frutos en el árbol.

¹ Received for publication on May 3, 1985

This research was supported by the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) and the Vicerrectoría de Investigaciones of the University of Costa Rica (UCR). The authors wish to thank Ing. R. L. Hernández, and the personnel of the Experimental Station "Fabio Baudrit" in La Garita, Costa Rica, for working facilities. Similarly would like to thank Dr. Robert D. Gordon, Dr. John M. Kingsolver, and Dr. F. Christian Thompson, IBIII, USDA c/o U.S. National Museum, Washington, D. C., for identifying part of collected insects (Diptera and Coleoptera), and to I. González and J. Soto-Manitú at the University of Costa Rica, for assisting in the field work.

* Museo de Insectos, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica

** Department of Zoology, Section of Entomology, Uppsala University, Box 561, S-751 22 Uppsala, Sweden.

Introduction

The mango, *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) probably originated in the Indo-Burma region and grows wild in the forests of India, especially in hilly areas in the north-east (11). *M. indica* has been taken to many parts of the world and has nowadays a wide distribution throughout the tropical and subtropical regions. The plant was brought to Brazil by the Portuguese in the beginning of the 18th century. In Latin America there are more than 40 varieties of *M. indica*, of which some are of important commercial value for the exporting countries.

The main part of most studies on *M. indica* has been focused on the development of new varieties,

technical aspects of their culture and chemical control of insect pest and disease. Although *M. indica* is an introduced plant in the Neotropics, it is often very successful and gives a relatively high yield of crops. This seems to be one of the reasons why anthecological information on *M. indica* is so fragmentary: that part of the plants life has apparently not been looked at as very urgent to be studied.

The greenish-white and strongly scented inflorescences of *M. indica* develop in large, widely branched terminal panicles with thousands of staminate and hermaphroditic flowers of which the former has five stamens inserted on the outer margin of the disc and mostly one single pistil (Figure 1). Of the five stamens around the outer edge of the disc, usually only one or two are fertile (11); fertile stamens are longer than sterile ones. The pistil has probably been aborted in the staminate (male) flowers: the pink anthers turn purple at anthesis (4). Singh (13) has reported that pollination is essential for fruit setting and that stigma appears to be immediately receptive when the flowers open early in the morning. The same author found that the anthesis generally was complete in the forenoon, with a maximum opening between 9:00 and 10:00 a.m. Dehiscence takes place after the flowers open and the receptivity of the

stigma has been found to continue up to two days after the opening of the flowers, although the best receptivity was noted on the first day (13).

Experiments in bagging flowers have shown that there is no fruit set when panicles are bagged (11, 13). This suggests that cross-pollination is the rule of *M. indica*.

Singh (13) also mentioned that pollination is inadequate in *M. indica* and that 50% or more of the flowers remained unpollinated in nature. He suggested that more adequate pollination may result in a better fruit set. However, a larger quantity of young fruits does not necessarily represent a better crop. Too many fruits growing on a same tree do not reach an adequate size. Anyhow, after fruit setting there is a percentage of loss due to wind stress, too many units on a same bunch and disease.

The primary purpose of the present paper is to show the most important groups of insect visitors on the flowers of *M. indica* in the Neotropics and their efficiency as pollen carriers of the plant. Attention has also been paid to the anthecological *status* of the major flower visitors and some other ecological conditions, which might influence the number of fruit-set by *M. indica*.

Materials and methods

Field observations during daytime were made at the Experimental Field Station "Fabio Baudrit" of the University of Costa Rica, in La Garita, Province of Alajuela, and Finca San Luis, Ciudad Colón, Province of San José, Costa Rica. Flower visitors were observed and collected in La Garita on November 17 and during the flowering peak season of *M. indica* on December 22 and 28, 1984, from 7:00 till 18:00 hours, and on February 8, 1985, from 10:00 till 11:00. Nocturnal field observations were carried out at the campus of the University of Costa Rica (UCR), San Pedro de Montes de Oca, Province of San José, on January 7, 1985, from 19:00 till 19:45 hours, and at the campus of the National University in Heredia (UNA), Province of Heredia, on February 4 from 18:30 till 19:30 hours. Some observations of visiting insects on *M. indica* were also made in the surroundings of the Omar Torrijos International Airport in Panama on February 24, 1985, at 15:00 hours.

Visiting insects on the flower of *M. indica* were identified (at family level) and counted during periods of 30 minutes, at 08:00, 09:00, 12:00, 14:00 and 16:00 hours on December 29, 1984. Special attention was given to the visitors' behaviour in order to evaluate their potential as pollinators.

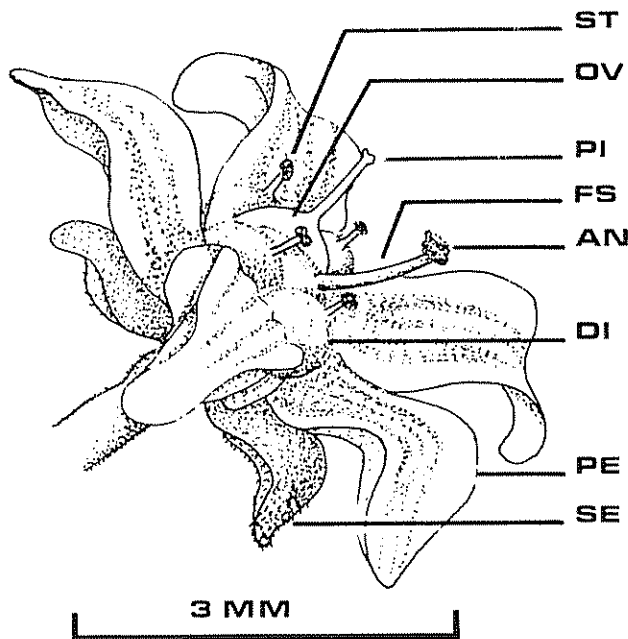


Fig. 1 The floral morphology in hermaphrodite flower of mango, *Mangifera indica* L. in La Garita, Costa Rica. —AN: anther, DI: disc, FS: fertile stamen, OV: ovary, PE: petal, PI: pistil, SE: sepal and ST: sterile stamen.

Experiments on autogamy were carried out in La Garita with panicles of *M. indica* isolated in muslin bags. Fruit set was observed two weeks later. To calculate fruit set of one single panicle, the number of flowers on one panicle was counted, and the result was compared with the number of small fruits on another panicle of relatively the same size.

Results and discussion

Scent

The flower of *M. indica* is rather strongly scented and the sweetish odor is easily detected against the wind by humans at a distance of 2-4 meters from the inflorescences. The scent is clearly of an ecological nature since a great number of insect species seem to be attracted by it, especially cyclorrhaphan Diptera.

Nectar and pollen

Comparatively easily reached nectar is produced by the flowers' sepal glands, which are located on the outer margin of the disc, inbetween the petals and the proper disc (Figure 1). We observed that nectar was utilized both by short-tongued and labelled insects, such as Diptera and Coleoptera. It was also visited by insects with a comparatively long proboscis, such as Lepidoptera species.

Produced pollen was utilized by some of the visiting insects on *M. indica*. New pollen, which was exposed in the morning remained probably on the anthers until the next day. Of the five stamens around the outer edge of the disc of observed hermaphrodite flowers ($n = 100$), the majority (96%) had only one well developed stamen, which produced pollen. Only 4% of all observed hermaphrodite flowers had two fertile stamens.

Flower visitors

Observed diurnal visiting insects on *M. indica* in the study site of La Garita, 474 individuals, were members of four different orders: Diptera, Lepidoptera, Coleoptera and Hymenoptera. Diptera and Lepidoptera predominated with 51.6% and 33.0% respectively (Figure 2). Minor proportions consisted of coleopterans (11.6%) and hymenopterans (3.6%); of Diptera, hover flies (Syrphidae), blow flies (Calliphoridae) and root gnats (Sciaridae), and of Lepidoptera, fritillaries (Nymphalidae) and hair streaks (Lycaenidae). Members of the Syrphidae group (Diptera) were the most frequent of all flower visitors on *M. indica* (20.9%).

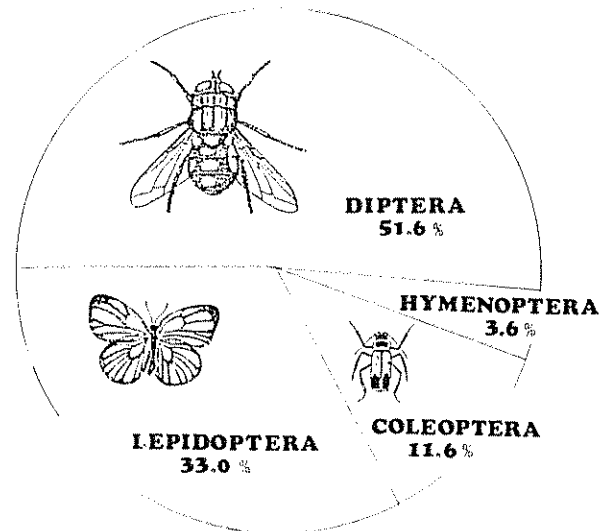


Fig. 2. Frequency in percent of total flower visits made by Diptera, Lepidoptera, Coleoptera and Hymenoptera on *Mangifera indica* L. in La Garita, Costa Rica, on December 29, 1984, from 07:30 until 17:00 hours.

In the inflorescences of *M. indica* we often observed hunting spiders. On one occasion a member of Salticidae was found together with a freshly killed *Chrysomya rufifascies* (Calliphoridae). Colonies of at least one unidentified species of Coccoidea (Homoptera), assisted by ants, inhabited the inflorescences of *M. indica*. We also observed some membracid nymphs (Homoptera) associated with the panicle stem of *M. indica*. Both membracids and coccoids are sap feeders and did not take part in the pollination processes of the mango tree.

Visiting activities started about 07:30 in the morning, with a low number of insects, and lasted throughout the day, with a visiting peak between 08:00 and 15:00 hours (Figure 3).

It was observed in the Central Valley of Costa Rica (Jirón unpubl. data) that the activity of muscoid species increased with sunny weather and at high relative humidity; during cloudy and windy mornings muscoid activity was very low. We observed the same phenomenon for visiting dipterans on *M. indica* in La Garita.

Observed flower visitors on *M. indica* in La Garita could be divided into two main groups: a) Nectar and/or pollen feeders, such as Syrphidae, Calliphoridae, Sciaridae (Diptera), Vespidae, Apidae (Hymenoptera), Nymphalidae, Heliconiidae, Lycaenidae (Lepidoptera) and Scarabaeidae, Cantharidae (Coleoptera), b) Predators of flower visitors, such as Asi-

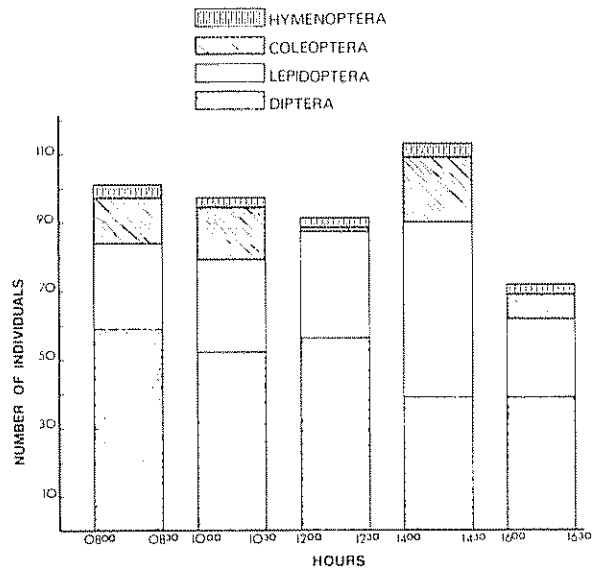


Fig 3 Frequency of total flower visits made by different insect groups (grouped as Diptera, Lepidoptera, Coleoptera and Hymenoptera) to *Mangifera indica* L. in La Garita, Costa Rica, December 29, 1984, from 08:00 till 16:30 hours. A total of 474 insect visits were observed that day.

lidae, Dolichopodidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera), Reduviidae (Hemiptera), Salticidae (Araneae) and various families of Odonata.

Observed active nocturnal visitors on the flowers of *M. indica* at the campus of UCR and UNA included both males and females of *Culex* spp. (Diptera, Culicidae) and some unidentified species of Noctuidae (Lepidoptera). We also observed that some diurnal visitors passed overnight motionless on the inflorescences of *M. indica* at the same study sites.

Species of *Rhynchosciara* (Diptera, Sciaridae) were observed spending the night on the flowers of *M. indica*, possibly until the next nectar production period of the flowers, early in the morning (2). Observed resting insects at this time a day also included species of Tipulidae (Diptera), *Strigoderma rutelina* Bates (Scarabaeidae) and *Chauliognathus* sp. (Cantharidae) (Figure 4), coleopterans.

In spite of a fairly strong wind near the international airport of Panama, a number of individuals of *Ornidia* and Calliphoridae were observed visiting the flowers of one solitary adult tree of *M. indica*.

All observed visitors on *M. indica* at all study sites in Costa Rica carried pollen on the body, except species of Lepidoptera, Tipulidae (Diptera) and



Fig 4 Species of *Chauliognathus* (Cantharidae, Coleoptera) feeding on flower of *M. indica* in La Garita, Costa Rica.

Synocca septentrionalis (Hymenoptera). Individuals of stingless bees, *Trigona* (Apidae) were recorded in a very low number (less than 1%).

The greatest number of pollen was found on species of Syrphidae, Calliphoridae and Tachinidae, all dipterans. We never found attached pollen grains on the second most frequent nectar feeders (Lepidoptera) while some of the less frequent feeders carried comparatively much pollen.

Species of Syrphidae and Calliphoridae seemed to be the most important pollen carriers of *M. indica* in La Garita. According to Proctor and Yeo (10), Syrphidae "is the most important family of flower visitors among Diptera." In addition, some of the dipterans such as Syrphidae, Calliphoridae and Sciaridae have been observed in the Central Valley of Costa Rica exploiting nectar from native species of Compositae common in secondary growth (Jirón, unpubl.).

It is well known that the relationship between plants and flower pollinators usually is mutualistic, and involves a coevolutionary process. As *M. indica* was introduced into the Neotropical region less

than 250 years ago, there has not been sufficient time for such a process to take place. The small open flowers of *M. indica* did not seem to restrict the access to any of the species of the wide range of groups that we found visiting the flowers of the tree. Also the absence of a dominating group of insects among insect visitors suggests a low anthecological specialization of the flower, if any at all. Visiting pollen and/or nectar feeders on *M. indica* are therefore probably "opportunists", which utilize pollen and/or nectar from the plant as an alternative energy resource.

Behaviour of visiting insects

In all, 245 individuals of seven different families of Diptera were observed on the flower of *M. indica* in La Garita (Table 1). The three most abundant individuals of Diptera (n = 183) belonged to the following families: Syrphidae (61.2%), Sciaridae (21.3%) and Calliphoridae (17.5%) (Figure 5). The most abundant genera was Syrphidae, represented by *Ornidia*. They stocky individuals of *Ornidia obesa* (Fabr.) arrived flying, in their hovering manner, and alighted either on the flowers or on other parts of the inflorescence and then explored the flowers in search of nectar. When *Ornidia* flies moved about on the



Fig 5 Species of Calliphoridae exploiting nectar on *M. indica* en La Garita

Table 1. Two-winged visitors (Diptera) recorded on the flowers of *Mangifera indica* and the presence of depositions of pollen on the insect.

Visitors	Populations			Pollen attached on body
	UCR	La Garita	Villa Cotón	
Syrphidae (hover flies)				
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius)	X	X	X	X
<i>Palpada</i> spp	X	X	X	X
<i>Meromacrus new</i> sp	—	X	—	X
<i>Syrphidae</i> spp (unidentified)	—	X	—	X
Tabanidae (horse flies)				
<i>Tabanus</i> L. sp	—	X	X	X
Sciaridae (root gnats)				
<i>Rhynchosciara</i> spp.	X	X	X	X
Tachinidae (parasitoid flies)				
<i>Tachinidae</i> spp. (unidentified)	—	X	—	X
Calliphoridae (blow flies)				
<i>Phaenicia purpurescens</i>	—	X	—	X
<i>Chrysomya rufifascies</i> (Mag.)	X	X	X	X
<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius)	X	X	—	X
<i>Paratucilla wheeleri</i> (Hough)	X	X	—	X
Stratiomyidae (soldier flies)				
<i>Hermetia illucens</i> (L.)	X	X	—	X
Tipulidae				
<i>Tipulidae</i> spp (unidentified)	X	X	—	—

flowers and while feeding we observed that pollen grains became attached to the body setae (hairs) on the ventral and lateral side of the visiting insects. Later in the laboratory we observed pollen grains attached to the body of collected individuals of *Omidia*, although this genera carries a less amount of setae than other observed dipterans on *M. indica* in La Garita.

The typical copulatory-like movements of the *Omidia* flies after landing on the flower, suggests that once the flies have come into contact with the fertile stamens of the open flowers, the possibility for pollen to attach to the body of the visiting insect increases by their particular movement.

Cyclorrhaphan flies, which commonly visit decomposed organic material (Jirón, unpubl.) were frequently observed on *M. indica* in La Garita. Four species of Calliphoridae (Figure 5), and at least six species of the genus *Palpada* (Diptera) also arrived flying and alighted on the inflorescence of *M. indica* where they repeatedly rubbed the stigma and stamens of the flowers with body and wings (Figures 4, 5 and 6). The former two genera, along with the hairy *Tachinidae* flies, carried a greater number of setae on its body than did *Omidia* flies. In the laboratory we also observed that individuals of Calliphoridae, *Palpada* spp. and *Tachinidae* had more pollen grains attached to their bodies than did *Omidia*.



Fig. 6. *Tabanus* (horse fly) (Tabanidae, Diptera) feeding on flower of *M. indica* in La Garita, Costa Rica.

In addition during the mango season from March till August (1984) in La Garita, the authors observed a high number of Calliphoridae, as well as other muscoid flies, feeding on the secretions from wounds produced in the mango fruits by birds and wasps (Vespidae).

One hundred and fifty seven individuals of three different families of Lepidoptera were observed on the flowers of *M. indica* in La Garita (Table 2). The butterflies visited the flowers but they did not get pollen grains adhered to their bodies (Figure 7). In the laboratory we were not able to observe any pollen on the body of collected lepidopterans. Butterflies are normally rather unimportant as pollen carriers, except in certain butterfly-adapted plants (6). "Butterflies as a group may have evolved to occupy a parasitic mode of life as adults, feeding on the nectar of flowers without pollinating them" (15).

Observed main families of Coleoptera (Table 3) were Cantharidae (Figure 4) and Scarabaeidae; males and females of the last family, *Strigoderma rutelina*, were commonly seen on *M. indica*. While the female was chewing pollen grains from the flower of the plant the male stayed attached on to the back of the female mating with her. We observed a considerable amount of pollen on the mouthparts of collected males of this species in the laboratory. Although observed males did not carry any pollen grains at all on their bodies.

According to Morton (8) bees seldom work mango blossoms. In all only three individuals of

Table 2. Butterflies (Lepidoptera) visiting the flowers of *Mangifera indica* and the presence of pollen on the body of the insect.

Visitors	Population La Garita	Pollen attached on body
Nymphalidae		
<i>Megalura peteus</i>	x	--
<i>Metamorphia epaphus</i> (Latr.)	x	--
<i>Metamorphia stelenes</i> (L.)	x	--
<i>Marpesia petreus</i> Bates	x	--
Lycaenidae		
<i>Thecla damo</i>	x	--
Unidentified spp.	x	--
Heliconidae		
<i>Dryas julia</i> Fab.	x	--
Ithomiidae		
Unidentified sp.	x	--

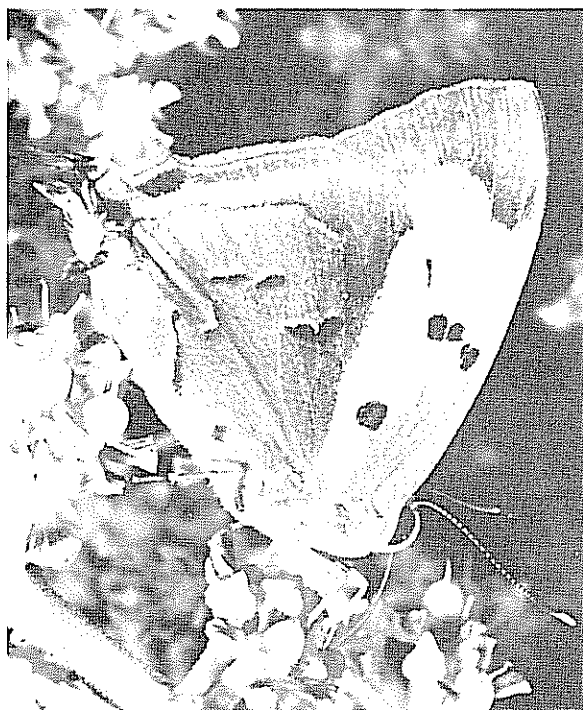


Fig 7. Lycaenidae butterfly removing nectar from flower of *M. indica* in La Garita, Costa Rica

Table 3. Beetles (Coleoptera) recorded on the flowers of *Mangifera indica* and the presence of depositions of pollen on the insect.

Visitors	Study sites		Pollen attached on body
	UCR	La Garita	
Cantharidae (soldier beetles)			
<i>Chauliognathus</i> Hentz sp	x	x	x
Scarabaeidae			
<i>Strigoderma rutclina</i> Bates	x	x	x

Trigona bees were found visiting *M. indica* in La Garita (Table 4). Few pollen was observed in the laboratory on collected specimens of *Trigona*. In spite of the fact that the plantation of mango in La Garita is located close to a number of bee-hives of *Apis mellifera* L. (Apidae) we did not observe any individuals of *A. mellifera* on the flowers of *M. indica*. (In June-July 1984 at the same study site we observed a high number of *A. mellifera* feeding on fallen, overripened mango fruits). However, in Cacao de Alajuela, Costa Rica, a high number of *A. mellifera* was observed while feeding pollen from the flower of

Table 4. Wasps and bees (Hymenoptera) recorded on the flowers of *Mangifera indica* and the presence of depositions of pollen on the insect.

Visitors	Study sites		Pollen attached on body
	La Garita	Villa Colón	
Apidae			
<i>Trigona</i> sp	x	x	x
<i>Trigona fulviventris</i>	x		x
Vespidae (vulture wasps)			
<i>Synocca septentrionalis</i>	x		

M. indica, which apparently became a primary resource for the bees during a period of food stress (S. Salas pers comm.)

Fruit set

The vegetative and reproductive phases of *M. indica* are normally distinct events (3); some meristems produce determinate flowering systems at one time of the year while vegetative meristems are active at other times. New leaf growth also occurs in "off years", i.e. when the trees do not yield fruits, between flowering periods (4). Periods of flowering, setting fruits and even leaf growth is very "costly" for the plant: it requires a high carbon/nitrogen ratio (12), which seems to be one of the reasons why few flowers, even if fertilized, make mature fruits; and these may be aborted at all stages (4). The percentage of fruit set in some species is also closely related to the application of fertilizers prior to flowering period. In the Neotropics there is no quantified information on this concerning *M. indica*.

The inflorescences of one single panicle of *M. indica*, of 10-60 cm in length, may have between 1 000-6 000 flowers (12). In the *M. indica* plantation in La Garita we counted the number of flowers and fruit sets, respectively, of two panicles of the estimated same size from one individual of *M. indica*: the former panicle carried only flowers, while the latter had mainly small fruits. We found 5 620 flowers and 474 small fruits, respectively. When we compared the number of flowers and fruits of these two panicles the fruit set was found to be 8.4% at this early stage of the development of the fruits. This apparently low fruit set was later on to be even more reduced by factors such as: a) Strong wind, which normally occurs in the Central Valley of Costa Rica during the maturation period of *M. indica* from November to January; b) Abortion of fruits at all stages due to the lack of minor elements, such as zinc (E. Vargas,

pers. comm.); c) Fruit fly attacks, mainly of the genus *Anastrepha* Schiner (Tephritidae), which according to Baraona-Cockrell (1) is the most important pest in the country (Costa Rica) and occasionally by *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) (5); d) Other minor pests (1)

On the other hand, as described by Skutch (14), "one compensation for a severe dry season is a heavy crop of mangos. Mango flowers do not endure wetting."

According to R. L. Hernández (pers. comm.) the average fruit set of one single adult individual tree of *M. indica*, at the study site in La Garita, usually is between 2 000 to 2 500 ripen mango fruits. Purselove (12) reported that 65-85% of the flowers of *M. indica* normally remained unpollinated and that only 0.10 to 0.25% of the flowers reached the harvesting stages. In addition, bagged flowers did not produce any fruits, which indicated that the flowers of the plant probably do not have the capacity of being autogamous.

Conclusions

Insect pollination involves not only the transport of pollen grains between two conspecific individuals of plants by an insect vector (10). To be able to evaluate such an ecological process various areas of ecology, such as population dynamics of visiting insect species and coevolutionary relationships between the plant and its pollinators, should be understood.

Some of the most common flower visitors on *M. indica*, such as *Omidia obesa*, *Cochliomyia macellaria*, *Tabanus* sp., *Palpada* spp. and *Hermetia illucens*, all dipterans, are normally associated, in their immature stages, with aquatic, subaquatic or very wet substrates, and in many cases in heavily polluted waters. It suggests that water bodies near plantations of *M. indica* may increase fruit set of the tree. However, a larger quantity of fruits does not necessarily represent a higher fruit yield, as discussed earlier.

In our principal study site in La Garita, anthesis matched well with the circumstances concerning the presence of pollinating insects, i.e. the population fluctuation dynamics in visiting insect species. In studies on Diptera population density, carried out in the Central Valley of Costa Rica, it was observed that some muscoid species fluctuated remarkably in number throughout the year (Jirón & Marin unpubl.). E.g. the *Chrysomya rufifascies* Macq. (Calliphoridae), recently introduced into Costa Rica (7), which was frequently seen on *M. indica* in La Garita, reached dense populations from mid November to the end

of February, with peaks in mid December and end of January. Instead, *Cochliomyia macellaria* Fabr. (Calliphoridae), in the same study, showed low population numbers throughout the year. Few individuals of the last species were also seen on the flowers of *M. indica* in La Garita during our study.

Hence the probability of the presence of any given species, in this case flower visitors on *M. indica*, may depend primarily on the population fluctuation of that particular insect species and not necessarily on the phenology of the visited plant species. Although, like in other introduced plants, we did not find any clear signs of any co-evolutionary adaptation between *M. indica* and its pollinators.

Summary

Interactions between *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) and anthophilous insects were observed at the Experimental Field Station "Fabio Baudrit" in La Garita, Province of Alajuela, Costa Rica, during November 1984 till February 1985. Additional observations were made in Panama and in the provinces of San José and Heredia, Costa Rica. The most common visitors were Diptera. The pollen carriers were mainly hover flies (Syrphidae), blow flies (Calliphoridae) and parasitoid flies (Tachinidae). The pollen was carried on the legs and on the ventral side of head, thorax and abdomen of visiting insects. It came into contact with the stigma of the flower when the pollen vectors walked about on the inflorescences of the tree. Bagged flowers of *M. indica* did not set fruit, which indicated no capacity for being autogamous. *M. indica* is an introduced plant into the neotropical region and it is suggested that the presence of any given flower visitor may depend more on the population fluctuation of the visiting vectors than on the phenology of the plant. Some dipterans, which were found to be associated with the flowers of *M. indica*, are often found in aquatic, subaquatic and other wet habitats. It is suggested that water bodies near plantations may increase fruit set of the tree.

Literature cited

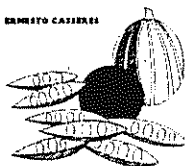
1. BARAONA-COCKRELL, M. Fruticultura especial: Fruticultura II. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia 1984. 331 p.
2. ESPINA PÉREZ, D. and ORDET, G. S. Flora apícola tropical. Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica 1983. 406 p.

- 3 HALLE, F., OLDEMAN, R. A. A. and TOMLINSON, P. B. Tropical Trees and Forest. Berlin, Springer Verlag, 1978. 441 p
- 4 HANSEN, M. Mango. In Costa Rican Natural History. D. H. Janzen, ed. University of Chicago Press, 1983. pp 95-97
- 5 HEDSTRÖM, I. and JIRÓN, L. F. Evaluación de campo de sustancias atrayentes de *Anastrepha* Schiner spp (Diptera, Tephritidae), plaga de frutales de América Tropical. I. Melaza y tórua. Revista Brasileira de Entomología 30(1): (in press) 1986
- 6 JENNERSTEN, O. Flower visitation and pollination efficiency of some North European butterflies. Oecologia 63:80-89 1984
- 7 JIRON, L. F. Sobre moscas califóricas de Costa Rica (Diptera: Cyclorhapha). Brenesia 16:221-222 1979
- 8 MORTON, J. F. Honeybee plants of south Florida. Proceedings of Florida State Horticultural Society 77:415-436 1964
- 9 PRICE, P. W. Insect Ecology. London, Wiley 1975. 514 p
- 10 PROCTOR, M. and YEO, P. The pollination of flowers. London, Collins 1973. 418 p.
- 11 PURSEGLOVE, J. W. Tropical crops: Dicotyledons. Vol. I. New York, Wiley 1968. 719 p
- 12 RAGHAVA KURUP, C. G. (ed.) The Mango: a Handbook. New Delhi, India. Indian Council Agriculture Research 1967. 210 p
- 13 SINGH, L. B. The Mango: Botany, Cultivation, and Utilization. London, Leonard Hill 1960. 438 p
- 14 SKUTCH, A. F. A Naturalist on a Tropical Farm. Berkeley, Los Angeles, University of California Press 1980. 397 p
- 15 WIKLUND, C., ERIKSSON, T. and LUNDBERG, H. The wood white butterfly *Leptidae sinapis* and its nectar plants: a case of mutualism or parasitism? Oikos 33:358-362 1979

viene de la pág. 228

PRODUCCION DE HORTALIZAS

EMERITO CASJERES



- Proceedings caribbean workshop on the organization and administration of agricultural research. <i>Varios autores</i>	6.00
- Producción de hortalizas <i>E. Cásseres</i>	7.50
- Procesos sociales e innovación tecnológica <i>E. Trigo y M. Piñeiro</i>	10.00
- Química de suelos <i>H. Fassbender</i>	7.00
- Reparación de motores de tractores agrícolas <i>J. Gilardi</i>	2.00
- Sistemas de riego <i>L. Gurovich</i>	12.00
- Suelos del trópico <i>P. A. Sánchez</i>	15.00
- Taxonomía vegetal <i>A. Marzocca</i>	8.50
- Tecnología de la leche <i>A. Revilla</i>	5.00
- Tomates <i>R. Villareal</i>	4.00
- La Yuca o mandioca <i>A. Montaldo</i>	12.00

Summary

Dasheen mosaic virus (DMV) was isolated from field-infected Xanthosoma spp and Colocasia esculenta plants in Costa Rica. The identification of the virus was based on symptomatology of infected plants, electron microscopy of virus preparations and cross reaction of the Costa Rican isolate with antiserum against a Florida isolate of DMV. Highly purified and concentrated preparations of the virus were obtained by a modified procedure described in this paper.

Introducción

El cultivo comercial de aráceas, *Xanthosoma* spp (Tiquisque) y *Colocasia esculenta* (Malanga), se ha incrementado en Costa Rica en los últimos cinco años, debido a la creciente demanda por estos tubérculos en Europa y los Estados Unidos de América. Existen varios factores que afectan la producción de estos cultivos tales como enfermedades de origen bacteriano y fungoso (8) y una enfermedad de origen viral objeto de este estudio. Esta enfermedad es causada por el virus del mosaico del "dasheen" (DMV), que se ha encontrado en Florida (6), Puerto Rico (1), Venezuela (3), Trinidad y las Islas Salomón (5)

Estudios preliminares hechos en Costa Rica han demostrado que la incidencia del DMV en las plantaciones comerciales de tiquisque, es de por lo menos el 80% y que las plantas en las que se observa una sintomatología muy severa presentan una drástica disminución en su producción

En este artículo se describen los síntomas producidos por la infección del DMV en aráceas en Costa Rica, el aislamiento, purificación y caracterización del virus, además de su relación serológica con el aislamiento del DMV de Florida, EUA

Materiales y métodos

Recolección de muestras

Durante el período comprendido entre agosto de 1982 y noviembre de 1983, se efectuaron muestreos en cuatro plantaciones comerciales de tiquisque y malanga en Guápiles (región atlántica), en siete del cantón de San Carlos (región Norte) y en el campo experimental del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), localizado en Turrialba. Estas regiones corresponden al trópico húmedo bajo de Costa Rica. El sistema de finca y el plan de manejo utilizado por los agricultores de estas plantaciones fue descrito por Jiménez *et al.* (7). Las plantas que presentaban síntomas semejantes a los del DMV (2) fueron fotografiadas para un registro de síntomas y luego llevadas al laboratorio para exámenes posteriores.

¹ Recibido para publicación el 3 de mayo de 1985.

* Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) y Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

La autora agradece al Dr. Rodrigo Gámez su colaboración en la preparación de este manuscrito. A los doctores Edgardo Moreno, Pedro León, Raúl Moreno y Ramiro Barrantes por sus acertadas críticas al trabajo. A los señores Reynaldo Pereira por su excelente ayuda técnica, Werner Rodríguez y Jorge Jiménez por su colaboración. Al Dr. W. Zettler, de la Universidad de Florida, quien suplió el suero anti-DMV y plantas de *Philodendron selloum* libres de virus.

Este trabajo fue financiado por el convenio de Cooperación Técnica suscrito entre el CATIE y la Universidad de Costa Rica llamado "Virus en Cultivos de Raíces y Tubérculos del Trópico Húmedo"

Inoculación mecánica

Las hojas del tiquisque fueron maceradas en un tampón de fosfatos 0.2 M, pH 7.4. El extracto así obtenido fue utilizado para inocular hojas jóvenes de plantas de *Philodendron sellowii* libres de virus, producidas por cultivo de tejidos y donadas por el Dr. William Zettler de la Universidad de Florida, USA.

Microscopía electrónica

La savia de las hojas se fijó en un tampón de fosfatos 0.2 M, pH 7.4, conteniendo glutaraldehído al 3%. Se colocó luego sobre rejillas de cobre cubiertas con una película de nitrato de celulosa al 1% y se tiñó negativamente con acetato de uranilo saturado en agua. Las preparaciones fueron examinadas en un microscopio electrónico Hitachi HU12A.

Serología

Las hojas fueron maceradas en un tampón de fosfatos-salina 0.15 M a pH 7.2 (PBS) o en hidrócloruro de tris (hidroximetil) aminoetano (Tris-HCl) 0.02 M, pH 7.4. Este extracto fue inicialmente analizado con un suero anti-DMV provisto por el Dr. W. Zettler de la Universidad de Florida y posteriormente con el anti-DMV preparado en Costa Rica. Para la reacción antígeno-anticuerpo se utilizó la técnica de reoforesis (10) en un gel de agar noble al 0.8%, con dodecil sulfato de sodio (SDS) al 0.5% y azida de sodio al 1% (11).

Inmunomicroscopía electrónica

Los extractos de plantas fueron analizados al microscopio electrónico por el método denominado "serologically specific electron microscopy" (SSEM) descrito por Derrick y Bransky (4) modificado, ya que para la tinción se utilizó acetato de uranilo en agua y no en alcohol. El antisuero empleado fue el suministrado por el Dr. Zettler. Las preparaciones se examinaron en un microscopio electrónico Hitachi HU12A.

Purificación del DMV

El material utilizado para purificar el DMV consistió en hojas muy jóvenes de plantas de tiquisque, cuyo extracto reaccionó positivamente con el suero anti-DMV de Florida. Las plantas presentaban la sin-

tomatología de Tipo 3, descrita en la Figura 1, C. Se utilizó un método de purificación descrito por Abo-Elnil *et al.* (2) con algunas modificaciones: 200 g de tejido fueron homogeneizados en una mezcla de 500 ml de citrato de sodio 0.1 M (pH 7.4) que contenía 1.5 g de sulfito de sodio y 0.01 M de Na₂ EDTA, 250 ml de cloroformo y 250 ml de tetracloruro de carbono. Después de clarificar a 13 000 x G durante 20 minutos, al sobrenadante se le adicionó polietilenglicol (PEG) 6 000 (Sigma No. P-2139) al 6% y NaCl 1.75 M a 4°C durante 16 horas. El precipitado fue recuperado por centrifugación a 13 000 x G durante 30 minutos y se resuspendió en un tampón de Tris-HCl a 0.02 M, pH 7.4, 2-mercaptoetanol al 0.1% y Na₂EDTA al 0.01 M (TEM). Después de centrifugar a 13 000 x G durante 20 minutos, una alícuota del sobrenadante fue analizada por microscopía electrónica. El resto fue dializado dos días contra TEM y finalmente liofilizado. Este material se resuspendió en Tris-HCl a 0.02 M, pH 7.4 y se dializó nuevamente contra el tampón TEM. Una alícuota de esta suspensión se analizó bajo el microscopio electrónico y el resto fue sometido a una centrifugación isopícnica a 40 000 x G en CsCl disuelto en Tris-HCl 0.02 M, pH 7.4 en un rotor SW 50.1 Hitachi a 18°C durante no menos de 40 horas. Después de la centrifugación, la gradiente fue fraccionada y se determinó la absorbancia de cada alícuota a 280 nm. Las fracciones que absorbieron a 280 nm fueron analizadas por microscopía electrónica para comprobar la presencia del virus. Se utilizaron dos métodos para recuperar el virus de la solución de CsCl: el primero es semejante al descrito por Abo-Elnil *et al.* (2) que consiste en diluir la suspensión de virus-CsCl en tampón Tris-HCl 0.02 M, pH 7.4, 2-ME 0.1% seguido de una centrifugación a 84 500 x G durante dos horas. El virus así sedimentado fue resuspendido en tampón TEM. El segundo método consistió en diluir la suspensión virus-CsCl en el tampón Tris-HCl 0.02 M, pH 7.4 hasta una concentración de CsCl 0.3 M para luego agregar PEG 6 000 al 6%, a 4°C durante tres horas. El virus así precipitado fue recuperado por centrifugación a 13 000 x G por 30 minutos y resuspendido en TEM.

Producción de antisuero

El antisuero fue preparado inyectando subcutáneamente en las almohadillas de los dedos de un conejo 1 mg de virus emulsificado con adyuvante completo de Freund. A los 10 y 20 días después de la primera inyección se repitieron las dosis aplicadas intramuscularmente, usando adyuvante incompleto de Freund. Siete días después de la última inyección, el conejo se sangró del corazón y el suero obtenido se dividió en porciones pequeñas y se congeló a -20°C y posteriormente se liofilizó.

Resultados

Asociación del virus con los síntomas de la enfermedad

La sintomatología foliar que produce la infección del DMV en plantas de *Xanthosoma* spp., a pesar de ser variada, puede resumirse en tres tipos:

- 1 Clorosis severa de las venas, que toman la apariencia de plumas blancas (Figura 1A)
- 2 Mosaico que consiste en grandes áreas levemente cloróticas (Figura 1B)
- 3 Clorosis generalizada en las áreas intervenales, acompañada frecuentemente de deformación foliar (Figura 1C)

Es común encontrar los tres tipos de síntoma en hojas diferentes de una misma planta. En general las plantas de *Colocasia* no presentan una sintomatología tan severa como las plantas de *Xanthosoma*, por lo cual se utilizó esta última aracea para efectuar las purificaciones.

En la Figura 2 se muestran plantas de *Philodendron selloum* inoculadas, las que presentaron los síntomas típicos de la infección con DMV (12)

Las preparaciones al microscopio electrónico mostraron que el tamaño de las partículas virales era 750 nm y corresponde con lo descrito por Zettler para el DMV (12). La mayor cantidad de partículas virales se encontró en plantas que presentaron la sin-

tomatología de Tipo 3. Los extractos de plantas que presentaban alguno de los tres tipos de sintomatología descritos en la Figura 1, reaccionaron positivamente contra el antisuero del DMV de Florida. La inmunomicroscopía electrónica mostró una altísima concentración de virus únicamente en las rejillas tratadas con antisuero de Florida (Figura 3), pero no en los controles, que consistieron en rejillas no tratadas con el antisuero del DMV.

Purificación del virus

En la purificación del virus a partir de hojas maduras de tiquisque, el mucílago constituyó un problema, pues precipitaba con el PEG formando una masa de la cual era imposible recuperar el virus; esto pudo ser obviado utilizando hojas muy jóvenes. El examen al microscopio electrónico del material obtenido después de la primera precipitación con PEG, mostró que estaba constituido por impurezas y partículas flexuosas de 750 nm semejantes a las del DMV.

Este material pudo liofilizarse y resuspenderse algunos meses después sin que el tamaño de las partículas sufriera cambios apreciables. La centrifugación posterior del virus en CsCl dio origen a una sola banda centrifugacional localizada a una densidad de $1.3 \pm 0.2 \text{ g/cm}^3$. El método de precipitación con PEG demostró ser el más eficaz para recuperar el virus DMV del CsCl. Las preparaciones del DMV puro presentaron una relación 260/280 de 1.11-1.19. Estos valores coinciden con los reportados por Noordam (9) para los potyvirus y por Abo-Elnil (2) para el DMV-FI.

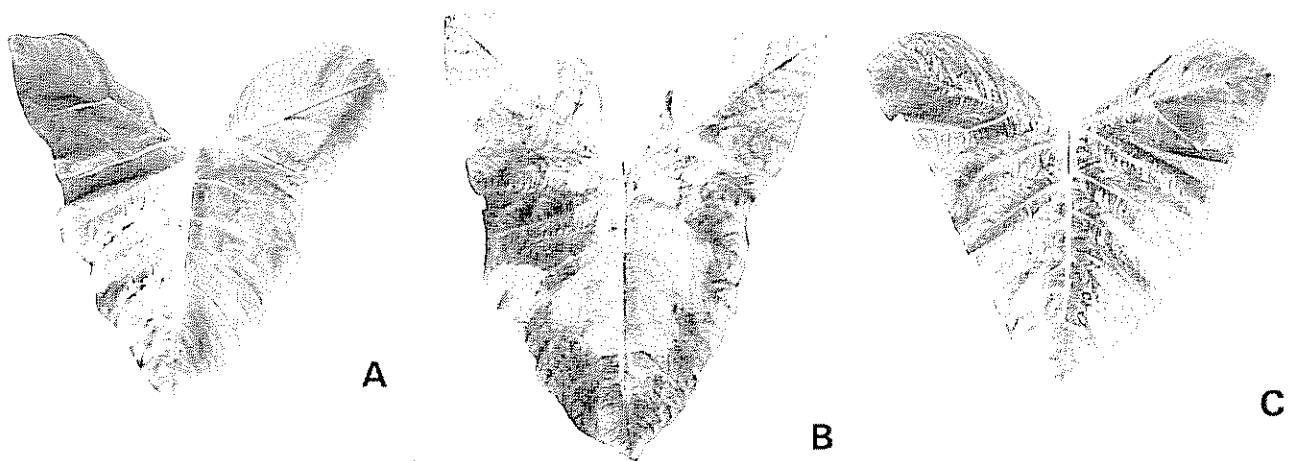


Fig. 1 Sintomatología foliar de plantas de *Xanthosoma* spp asociada a la infección del DMV. A) Clorosis severa de las venas que toman la apariencia de plumas blancas. B) Mosaico que consiste en grandes áreas levemente cloróticas. C) Clorosis generalizada en las áreas intervenales, acompañada frecuentemente de deformación foliar.



Fig 2 Síntomas típicos de la infección con DMV en una hoja de *Philodendron selloum*

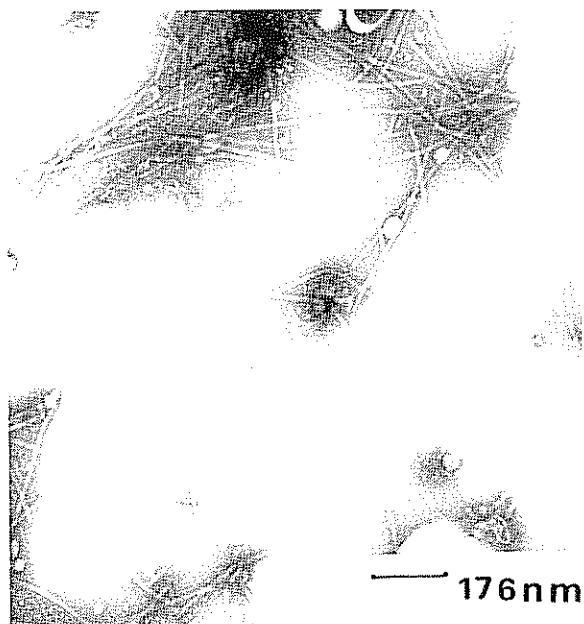


Fig 3 Partículas virales del DMV sobre rejillas de microscopía electrónica cubiertas previamente con anti-DMV de Florida y teñidas con acetato de uranilo

Serología

El antisuero preparado contra el virus purificado reaccionó tanto con el virus como con extracto de plantas infectadas no así con el de plantas sanas

En estudios comparativos con el antisuero de Florida, se notaron diferencias serológicas entre las cepas de Costa Rica y Florida. Estos resultados serán descritos por separado

Conclusión

La nueva metodología para aislar el DMV descrita en este trabajo permite la obtención de preparaciones virales de alta concentración y pureza. Esto hizo posible la preparación de antisuecos de título elevado, que facilitarán en adelante los trabajos de diagnóstico del virus tanto en materiales provenientes del campo como en plantas obtenidas por cultivo de meristemos, en trabajos de limpieza de cultivares infectados por el DMV. La disponibilidad de preparaciones apropiadas del DMV facilitará también por otra parte, los estudios sobre aspectos de la biología molecular de este virus que se han visto seriamente limitados hasta el presente por la falta de dichos materiales.

Resumen

El presente trabajo describe el aislamiento y purificación del virus del mosaico del "dasheen" (DMV) en Costa Rica. El virus fue identificado con base en la sintomatología producida en plantas de tiquisque (*Xanthosoma*) y malanga (*Colocasia*) a las características morfológicas del virus examinado al microscopio electrónico y a su reacción con un antisuero del DMV de Florida. Un nuevo método de purificación del virus utilizado en este trabajo, permite por primera vez la obtención de preparaciones virales de alta concentración y pureza, que facilitarán trabajos subsiguientes de diagnóstico y biología molecular del virus.

Literatura citada

1. ALCONERO, R. y ZETTLER, F. W. Virus infections of *Colocasia* and *Xanthosoma* in Puerto Rico. *Plant Disease Reporter* 55:506-508 1971.
2. ABO-ELNIL, M. M., ZETTLER, F. W. y HIEBERT, E. Purification, serology, and some physical properties of dasheen mosaic virus. *Phytopathology* 67:1445-1450 1977.

3. DEBROT, E. A. y ORDOSGOITTI, A. Dasheen mosaic infection of *Colocasia* and *Xanthosoma* in Venezuela. *Plant Disease Reporter* 58:1 032-1 034. 1974
4. DERRICK, K. S. y BRLANSKY, R. H. Assay for viruses and mycoplasmas using serologically specific electron microscopy. *Phytopathology* 66:815-820. 1976
5. GOLLIFER, D. E., y BROWN, J. F. Virus diseases of *Colocasia esculenta* in British Solomon Islands. *Plant Disease Reporter* 56:597-599. 1972
6. HARTMAN, R. D. y ZETTELER, F. W. Dasheen mosaic virus infections in commercial planting of aroids in Florida. *Phytopathology* 62:804 (Abst.) 1972.
7. JIMENEZ, J., RODRIGUEZ, A. y RODRIGUEZ, W. Producción de tiquisque (*Xanthosoma* spp), malanga (*Colocasia esculenta*), ñame (*Discorea* spp) en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto de sistemas de producción basados en raíces tropicales y plátano. Informe Técnico Anual 1982-1983. 1983. pp 40-64
8. LAGUNA, I. G., SALAZAR, L. G. y LOPEZ, J. F. Enfermedades fungosas y bacterianas de las Aráceas en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Boletín Técnico No 10. 1983. 30 p.
9. NOORDAM, D. Identification of Plant Viruses. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, Holanda, 1973. 207 p.
10. PETERS, R. L. Reoporesis. In Aschavai, M. y Peters, R. L. eds. Manual for hepatitis B antigen testing. Philadelphia, Saunders, 1973. pp 99-110
11. PURCIFULL, D. E. y BATCHELOR, D. M. Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS)-treated plant viruses and plant viral inclusion. University of Florida, Agricultural Experiment Stations, Institute of Foods and Agricultural Sciences. Boletín Técnico No 788. 1977. 39 p.
12. ZETTLER, F. W., ABO-ELNIL, M. M., y HARTMAN, R. D. Dasheen Mosaic Virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No 191. 1978. 4 p.

TURRIALBA
COMUNICA A SUS AUTORES:

Que a partir de 1986 el IICA ha firmado un Convenio con el Instituto para la Información Científica (Institute for Scientific Information –ISI– del University City Science Center, Philadelphia, PA 19104, USA) para la reproducción de los artículos de la Revista TURRIALBA en The Genuine Article Royalty Program, destinado a los lectores de Automatic Subject Citation Alert –ASCA–, Current Content / Agriculture y Biology and Environmental Sciences –CC/AB/ES–.

Este Convenio permitirá realizar reproducciones por reprografía de los artículos de TURRIALBA que sean solicitados al Instituto para la Investigación Científica, con el propósito de ampliar su divulgación, uso y conocimiento.

La Revista TURRIALBA recibirá un 20% por regalías, de las cuales será reconocido al autor del artículo reproducido, un 10% de regalías.

La publicación de este aviso se considera como única noticia oficial para los autores de TURRIALBA. La Revista sobreentiende la aceptación de los términos por parte de los autores.

El autor que no desee que su artículo sea incluido en The Genuine Article Royalty Program, convenido entre el IICA y el ISI, deberá manifestarlo así por escrito al Editor de TURRIALBA.

TURRIALBA
NOTIFIES ITS AUTHORS:

IICA has as signed an agreement with the Institute for Scientific Information (ISI) of the University City Science Center, Philadelphia, PA 19104, USA, that goes into effect in 1986, reproducing articles from the TURRIALBA journal in the Genuine Article Royalty Program, for readers of the Automatic Subject Citation Alert (ASCA), Current Content / Agriculture and Biology / Environmental Sciences (CC/AB/ES).

Through this agreement, we will be able to reproduce TURRIALBA articles when the Institute receives requests, for use in scientific research, in order to increase readership and users help spread information.

TURRIALBA will receive royalties of twenty percent, of which ten percent will be paid to the author of the article selected for reproduction.

The publication of this notice will be considered the only official communication to authors of TURRIALBA. The editors will assume that the terms are accepted by the authors.

Any author preferring that his or her article not be included in the Genuine Article Royalty Program under the IICA and ISI agreement should so state a written note addressed to the editor of TURRIALBA.

CORRELATIVE INHIBITION BY FRUITS OF VEGETATIVE DEVELOPMENT IN INDETERMINATE SOYBEANS¹ /

S. V., CAFFARO*
J. J. GUIAMET**
F. NAKAYAMA***

Resumen

Se estudió la influencia de las flores y de los frutos en distintos estadios de desarrollo sobre el crecimiento vegetativo en un cultivar de soja de hábito de crecimiento indeterminado.

Plantas noduladas del cv. Williams se cultivaron en macetas con tierra bajo un fotoperíodo de 9 horas. Los tratamientos consistieron en la eliminación cada 3-4 días de: a) pimpollos y flores; b) frutos pequeños; c) frutos casi completamente alargados y d) frutos con semillas en desarrollo.

El crecimiento del ápice caulinar y de las yemas laterales fue estimulado por la escisión de flores y frutos pequeños, mientras que la remoción de frutos casi totalmente alargados produjo una menor promoción del crecimiento vegetativo. La eliminación de frutos con semillas en desarrollo no tuvo influencia.

A pesar de la remoción continua de flores y frutos, el crecimiento vegetativo se prolongó sólo dos semanas y aparecieron sólo 4-5 nudos más en el tallo principal respecto del control. Sobre la base de estos resultados, se infiere que los frutos reprimen el crecimiento de nudos previamente diferenciados en el ápice caulinar y yemas laterales.

Introduction

In monocarpic species vegetative growth ceases during the reproductive phase of the life cycle, a phenomenon that appears related to the development of reproductive structures. Indeed, removal of flowers or fruits may prolong vegetative

growth in species such as beans (7), soybeans (3) and peas (4, 5). A causal link between the arrest of vegetative growth and pod development in soybeans seems supported by the fact that fruit removal slightly enhances main stem growth (3) and that delay of fruit development under post-flowering long days results in more prolonged apical growth in Williams soybeans (1). The main object of this work was to determine the stages at which reproductive structures exert their likely inhibitory influence.

Materials and methods

Rhizobium inoculated soybean plants cv Williams (indeterminate growth habit, Maturity Group III) were grown in pots containing park soil adequately fertilized and permanently kept near field capacity. Plants were raised under a 9-h daily exposure to sunshine (9-h photoperiod) and mean day/night temperature: $24 \pm 4 / 24 \pm 3^\circ\text{C}$.

¹ Received for publication on May 29, 1985. The authors thank Professor E. R. Montaldi for his critical reading of the manuscript and Miss Graciela Peluso for the typing.

* Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, Santa Fe 2051, 2000 - Rosario

** Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía, CC 31, 1900 - La Plata, Argentina

*** Teaching Assistant, Fellow of Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) and Researcher of CONICET, respectively

The different surgical treatments involved removal every 3-4 days of: a) flower buds and flowers; b) fruits of average 5-8 mm long, 3.2 mg dry weight; c) fruits of av. 35 mm long, 83.3 mg d. wt., with seed bulges not yet developed; d) fruits of av. 42 mm long, 135.0 mg d. wt. with seed bulges filled by developing seeds. Nodes were considered as developed when the stipules of the accompanying leaf were visible with the aid of a lens, whether the leaf was present or not. Six to eight replicates per treatment were included. The experiment was repeated twice but, since the results of both were essentially identical, only one of such experiments is reported here.

Results and discussion

Apical growth ceased when the first pods entered rapid seed filling, just after reaching full length, which is in agreement with previous observa-

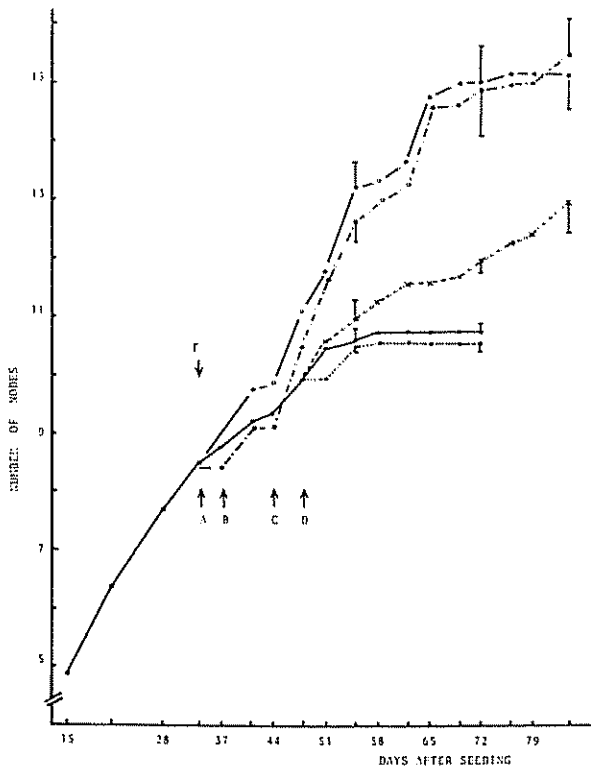


Fig 1 Evolution of main stem node number in soybean plants subjected to different flower or fruit removal treatments

●—● intact fruited plants (control);
 ●—● deflowered; ○—○
 ○—○ pods removed when 5-8 mm long;
 ×—× pods removed when 35 mm long; ○—○
 ○—○ pods removed when 42 mm long. Vertical bars represent mean error. The arrows indicate the date of flowering (F) and the dates when the treatments (A, B, C, D) were initiated

tions on the same variety (1) Plants completely depodded by continuously removing young pods (B) showed enhanced and more prolonged apical growth, final main stem node number thus being ca. 44% higher than in intact fruited plants (Figure 1). A lesser enhancement of apical growth was found when young pods remained on the plant (C) while the presence both of young and enlarging pods before seed filling (D) inhibited apex growth to the same extent as in intact fruited plants. On the other hand, it is noteworthy that apical growth was the same were flower buds and flowers removed (A) or allowed to develop into pods (B), hence suggesting that growth arrest is triggered after ovule fertilization. Inhibition of apical growth by fruits before the beginning of seed filling is consistent with our finding that exposure to long days before this stage prolongs apical growth, probably by delaying fruit development, but that long days are later ineffective (1). The effect of flower or fruit removal on branch development showed a similar pattern of responses (Table 1). Again, the presence of flower buds and flowers seemed not inhibitory, but fruit-induced inhibition was found stronger the older the fruits remaining on the plant. It is remarkable that bud sprouting was much more stimulated than further growth of newly formed branches, as implied from the small differences in number of nodes per branch.

Even though flower buds and flowers were continuously removed, only 4-5 more nodes appeared in deflowered plants. Lockhart and Gottschall (4), also found that arrest of apex development, though

Table 1. Branch development in soybean plants as affected by deflowering or defruiting treatments.

Treatments	Number of	
	Branches	Nodes/branch
Control	1.0 a	2.0 ab
Deflowered	8.3 b	2.5 cd
Defruited:		
pods 5-8 mm, 3.2 mg d. wt.	7.5 b	2.9 d
pods 35 mm, 83.3 mg d. wt.	4.6 c	2.1 bc
pods 42 mm, 135.0 mg d. wt.	0.9 a	1.6 a

Mean values followed by the same letter do not differ significantly at 5% level of probability according to Duncan's test

greatly delayed, eventually occurred in continuously deflowered pea plants. Moreover, although released from competition for available assimilates, nodes newly developed in deflowered and defruited plants were extremely short and stunted, a phenomenon already seen in G2 peas (6). Thus, like in peas (4), other factors besides fruit-induced inhibition would contribute to the arrest of vegetative development. Particularly, the action of growing fruits seem to involve mainly an inhibition of internode elongation rather than any influence upon node differentiation by the apical meristem. The fact that there are about 20 nodes differentiated along the main stem by the time the 5th trifoliolate leaf has expanded (2) strongly suggests that new nodes enlarged after flower or fruit removal were already differentiated within the apex before the start of the treatments. Therefore, fruit-induced inhibition of vegetative growth would be mainly due to repression of internode enlargement.

On the other hand, differentiation of new nodes in apical meristems would probably cease under the influence of other factors, probably linked to photoperiod or photoperiodic induction of flowering.

Summary

The study examined the influence of flowers and fruits at different stages of development, on the vegetative growth of a soybean cultivar of indeterminate growth habits.

Noded soybean plants cv Williams were grown in pots with a 9 hour daily photoperiod. Treatment involved removal every 3-4 days of: a) flower buds and flowers; b) small fruits; c) almost fully developed fruits and d) fully developed fruits with seed bulges filled with developing seeds.

Growth of the apex and of lateral branches was stimulated by the removal of flowers and small fruits while the removal of almost fully developed fruits promoted less vegetative growth. The removal of fruits with developing seeds did not produce a noticeable difference.

In spite of repeated removal of flowers and fruits, vegetative growth was prolonged for only two weeks; only 4-5 more nodes appeared on the main stem, when compared with the control plant. The results of this experiment indicate that fruits inhibit the growth of nodes previously differentiated on the apical meristem and lateral branches.

Literature cited

- 1 GUIAMET, J. J. and NAKAYAMA, F. The effects of long days upon reproductive growth in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) cv Williams. Japan Journal Crop Science 53:35-40. 1984.
- 2 JOHNSON, H. W., BORTHWICK, H. A. and LEFFEL, R. C. Effects of photoperiod and time of planting on rates of development of the soybean in various stages of the life cycle. Botanical Gazette 122:77-95. 1960.
- 3 LINDOO, S. J. and NOODEN, L. D. The interrelation of fruit development and leaf senescence in Anoka soybeans. Botanical Gazette 137:218-223. 1976.
- 4 LOCKHART, J. A. and GOTTSCHALL, V. Fruit-induced and apical senescence in *Pisum sativum* L. Plant Physiology 36:389-398. 1961.
- 5 MALIK, N. S. A. and BERRIE, A. M. M. Correlative effects of fruits and leaves in senescence of pea plants. Planta 124:169-175. 1975.
- 6 PROEBSTING, W. M., DAVIES, P. J. and MARX, G. A. Photoperiodic control of apical senescence in a genetic line of peas. Plant Physiology 58:800-802. 1976.
- 7 TAMAS, I. A., OZBUN, J. L., WALLACE, D. H., POWELL, L. E. and ENGELS, C. J. Effects of fruits on dormancy and abscisic acid concentration in the axillary bud of *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiology 64:615-619. 1979.

Reseña de libros

FORSYTH, A. y MIYATA K. *Tropical nature*
Charles Scribner's Sons, New York 1984. 284 p.

En los últimos años han proliferado los libros populares o científicos, o más frecuentemente, una combinación de ambos, sobre la vida animal y vegetal de los bosques tropicales húmedos. Las razones eran por demás evidentes: el conocimiento cada vez mejor de la gran diversidad de la naturaleza tropical, no sólo las descripciones de miles de plantas y animales sino también, y sobre todo, las múltiples y a veces complicadas o específicas interacciones que se verifican. A esto debe agregarse un perfeccionamiento de la fotografía, con mejor calidad, en el difícil ambiente de bosque. Asimismo, resulta cada vez más evidente que el mercado para cierto "turismo científico" en los trópicos aumenta por parte de amantes de la naturaleza, quienes en vez de sólo seguir los relatos por la televisión o por medio de publicaciones, desean familiarizarse personalmente con este ambiente a fin de observar, descubrir y sentir la aventura —por ciento nada peligrosa— de la selva tropical.

El libro de Forsyth y Miyata, ambos jóvenes biólogos con PhD de la Universidad de Harvard y con amplia experiencia personal en las selvas de Costa Rica y Ecuador, tiene esta facultad de interesar y maravillar al lector y, lo que es sin duda aún más meritorio, de provocar el deseo de querer experimentar en carne propia la fascinación de observar los trópicos. No tiene fotografías, más sí dibujos admirables de Sarah Laundry sobre la vida en los bosques.

Los diferentes capítulos están escritos en estilo ameno, fácil de seguir, y enfocan la vida y costumbres de ciertos animales y sus completas relaciones con otros animales o plantas. Incluyen descripciones y experiencias vividas como las andanzas de las hormigas arrieras o guerreras y quiénes las acompañan para aprovecharse de la huida de los animales espantados; las ranas y su vida nocturna; los insectos atraídos por ciertas orquídeas a las que polinizan; los organismos que parasitan insectos y aves; las aves migra-

torias; la vida sobre un matapalo (*Ficus*); la lucha en el ambiente de los epífitas, e instructivas especulaciones sobre la razón de la enorme diversidad de especies. Hay, asimismo, un capítulo que relata las sensaciones de caminar, observar y sentir de noche en un bosque tropical cuando, en comparación con el día, las manifestaciones de diversas formas de vida son muy diferentes pero no menos interesantes.

En un admirable apéndice, los autores incluyen 14 páginas con consejos prácticos para quienes se inician en la observación de la naturaleza tropical, algo que sin duda será de gran interés para quienes organizan o participan en "tours" o deciden, por cuenta propia, apreciar en la forma más cómoda posible las complejidades del mundo tropical. Completan el libro un excelente índice de materias y una introducción del Dr. Tomas Lovejoy, del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y buen conocedor de la selva amazónica.

No dudamos que este libro cumplirá admirablemente la meritoria labor de interesar a miles de admiradores actuales y potenciales de los bosques tropicales húmedos, especialmente los jóvenes. Estos bosques están siendo destruidos a pasos agigantados. Pero, como lo demuestran Forsyth y Miyata, para quienes están armados de algunos conocimientos mínimos este ambiente puede producir las mismas intensas y gratas emociones que las llanuras herbáceas de los parques nacionales del Este Africano con su abundante y espectacular fauna. Cuanto mejor se conoce y se aprecia el bosque tropical, mayores serán las posibilidades de preservar muestras representativas para generaciones futuras. Los autores merecen el agradecimiento del mundo científico por promover esta causa.

El libro está dedicado a la memoria de Ken Miyata, uno de los autores, quien falleció trágicamente en un accidente de navegación cuando ya se estaba revisando las pruebas de galera. El mensaje, contagioso de entusiasmo hacia los trópicos de Ken, no será en vano.

GERARDO BUDOWSKI
JEFE, DEPARTAMENTO RECURSOS NATURA-
LES RENOVABLES
CATIE, TURRIALBA COSTA RICA

ARBOLES DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) EN PASTIZALES
I. PRODUCCION DE FRUTA Y POTENCIAL DE DISPERSION DE SEMILLAS¹ /

E. SOMARRIBA *

Summary

*Fruit production and the seed dispersion potential of the fruits of guava (*Psidium guajava* L.) trees growing in pastures were measured in 1983. Guavas established naturally from seeds. Stand density was 109 trees/ha, tree ages were unknown, and stem diameters (10 cm above ground) ranged from 9 to 32 cm.*

Total fresh fruit production was 12.8 ton/ha/year. The mean dry matter content of whole fruits was 13% of fresh weight. Guava fruits were available to cow consumption during 5.6 months/year. An average production of 6.3 kg/year/tree was measured, but some trees produced as much as 245 kg/year. No consistent relationship between tree size and fruit production was detected.

The seed dispersion index (seed number/fruit weight) decreased as fruit weight increased ($r = -0.41$). Therefore, the eradication of trees producing fruits < 40 g of fresh weight is recommended. Selection of desirable trees can reduce the mean dispersion index from the actual value of 5.4 to a minimum of 2.7 seeds/g of fresh fruit produced.

Introducción

Los árboles de guayaba se encuentran prácticamente en todas las áreas de pastos entre 20°N y 20°S de latitud y en todo el rango longitudinal, desde el nivel del mar hasta 2 100 msnm, en climas con precipitaciones entre 800-6 000 mm/año y en una gran variedad de suelos (6, 16, 21, 23, 31). Gracias a su gran capacidad de regeneración vegetativa (15, 30) y a su tolerancia a terrenos degradados,

compactados y de baja fertilidad (6), los árboles de guayaba han sido declarados malezas de primer orden en las áreas de pastos de Hawái (13), Islas Vírgenes (4) y Fiji (14, 17, 18, 19), y han justificado costosos programas de erradicación y control (12).

La fisonomía de estas pasturas con árboles de guayaba difiere entre zonas ecológicas. En zonas bajas, cálidas y estacionalmente secas del Pacífico Norte de Costa Rica (p.e. 1 800 mm/año y seis meses con < 50 mm de precipitación), los árboles se presentan dispersos por todo el pastizal en densidades de 10-15 árboles/ha. En zonas húmedas, desde el nivel del mar hasta 1 200 msnm, los árboles se presentan en "parches" densos (200-340 árboles/ha) de 1-7 ha, circundados por pastizales desprovistos de árboles o con densidades muy bajas (5-10 árboles/ha). Estos "parches", normalmente a razón de uno por finca, se presentan en los sitios de descanso del ganado, donde se acumulan grandes cantidades de estiércol y semillas de guayaba. Los propietarios toleran este tipo de rodales porque facilitan el aprovechamiento de los frutos o de la leña, pero se cuidan de evitar aumentos en la densidad de los árboles dentro de los "parches" y de su expansión a otras áreas del pastizal.

¹ Recibido para publicación el 27 de setiembre de 1984

* Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
Estos estudios han sido posibles gracias al decidido apoyo económico brindado por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) al CATIE, a través de un proyecto cooperativo iniciado en 1977 para la investigación y la enseñanza de la agroforestería. El autor agradece los valiosos comentarios técnicos del Ing. John Beer, Ing. John Palmer, Dr. Julio Henao, Dr. Tomas Schlichter y Dr. Rolain Borel. Mis agradecimientos al Ing. Mario Gutiérrez por su cuidadosa revisión editorial, a Paulo Dittel por su dedicada asistencia en los trabajos de campo, a la Sra. Celia de Rojas y Marjorie de Fernández por el trabajo mecanográfico y al Sr. Guillermo Thiele, propietario de la finca en estudio, por su entusiasta anuencia al desarrollo de estas investigaciones.

La producción de frutas para el consumo del ganado o para comercialización, es uno de los beneficios más importantes obtenido de los árboles de guayaba (*Psidium guajava*) presentes en los pastizales de muchas zonas ganaderas tropicales. Sin embargo, poco se conoce de los niveles de producción de fruta de los árboles en estas condiciones (6), ni de las cantidades de semillas producidas (y eventualmente dispersadas por el ganado) por unidad de peso de fruta. En este trabajo se estudian ambos aspectos.

Características del sitio

Los estudios se hicieron en una finca ganadera ubicada a 1 100 msnm en La Suiza, Turrialba, Costa Rica (9°52' latitud Norte y 83°37' longitud Oeste) en la zona de vida de bosque premontano muy húmedo *sensu* Holdridge. La precipitación media es de 3 500 mm/año, distribuida homogéneamente a lo largo del año con un período relativamente seco de febrero a abril. La temperatura media anual es de 19°C, con pocas oscilaciones mensuales. La topografía es fuertemente ondulada, con un promedio de pendiente del 30%. Los suelos son inceptisoles rojizos, de textura arcillosa, ácidos (pH 4.5 - 5.1), con bajos contenidos de fósforo y potasio, 4-5% de materia orgánica en los primeros 30 cm de suelo, 60% de saturación de aluminio y CIC de 4 meq/100 (5).

La finca tiene una extensión total de 90 ha, de las cuales 72 ha son dedicadas a la ganadería extensiva de cría y engorde. El resto de la finca se mantiene bajo cobertura forestal para satisfacer las necesidades de postes y madera de la finca y como tierras de reserva para satisfacer los incrementos de la actividad ganadera. El área de pastos está dividida en una sección de cría de 55 ha con una carga de 321 kg peso vivo (pv)/ha y otra de engorde de 17 ha, con una carga de 323 kg pv/ha. En la sección de cría, los períodos de pastoreo y de descanso de cada potrero son de 15 y 22 días respectivamente; en la sección de engorde, el ganado es pastoreado continuamente en los potreros disponibles. Durante el período más seco del año (febrero-abril), cuando la cantidad de forraje disponible decrece considerablemente, todo el ganado pastorea libremente en la finca.

El hato ganadero actual es una mezcla de ganado cebú, criollo y Holstein, en grados variables de pureza. El hato está compuesto por 34 vacas (incluyendo 20 vacas con terneros menores de seis meses de edad), un toro, 27 terneras de 2 1/2 años de edad, 21 novillos de dos años y cinco de tres años de edad. Los novillos se venden a los cuatro años de edad, cuando alcanzan 350-400 kg pv, produciendo un rendimiento total anual de carne de 4 200 kg pv. El ganado recibe

anualmente un total de 1 600 litros de melaza, 1.7 ton de NaCl y 216 kg de sales minerales como suplemento alimenticio. Los terneros son destetados a los siete meses de edad y transferidos a la sección de engorde, donde permanecen hasta el momento de su venta. Las terneras son mantenidas en la sección de cría e incorporadas al hato de reproducción.

Los pastos principales son *Axonopus compressus* y *Paspalum conjugatum*, aunque también se encuentran *Oplismenus hirtellus*, *Homolepsis aturensis* y *Sporobolus* spp. en pequeñas proporciones, y unas 20 especies de hoja ancha. Los pastos no se fertilizan y reciben una aplicación anual de 2.4-D y control con machete 3-4 meses antes de la aplicación de herbicidas, al final del período seco.

Los árboles de guayaba se presentan en un rodal denso de 6 ha, con una densidad promedio de 264 árboles/ha y un área basal de 9 m²/ha. Los árboles provienen de regeneración natural y tienen un diámetro promedio de 20 cm (medido a 10 cm sobre el suelo), 8 m de altura total y un diámetro de copa de 7 m. Se ha estimado que con una densidad de 300 árboles/ha (medidos en una parcela de 0.15 ha), un 88% del suelo de estos rodales densos se encuentra bajo la sombra de los árboles (2).

Métodos

Producción de fruta

En un cerco rectangular de 0.54 ha se incluyeron 59 árboles de guayaba (109 árboles/ha) de un amplio rango de tamaños. Cada 2-3 días se registró la producción de frutas por árbol durante los meses mayo-junio y agosto-diciembre de 1983. En cada registro los árboles fueron sacudidos con fuerza para reducir la caída de frutas maduras entre mediciones. Las frutas se pesaron en el campo y se retiraron del área para facilitar las recolecciones posteriores. En contenido de materia seca de frutas enteras se determinó con base en 60 frutas maduras colectadas al azar y secadas en una cámara seca (5% humedad relativa) durante 30 días y luego en un horno a 70°C durante 96 horas.

A los árboles incluidos dentro del cerco se les midió: 1) el diámetro del tronco a 10 cm sobre el suelo, el diámetro de todas las ramas en la primera ramificación, la altura total y dos mediciones perpendiculares (con uno de los ejes fijado en dirección norte-sur) del diámetro de la proyección de la copa. Estas mediciones sirvieron para realizar estudios de correlación y regresión entre las dimensiones de los árboles y la producción de fruta, tratando de identificar los tamaños en que se alcanza la máxima producción.

Potencial de dispersión

Durante seis periodos de fructificación se colectaron 312 frutas procedentes de 52 de los árboles incluidos dentro del cerco (seis frutos por árbol). Las frutas se llevaron al laboratorio en bolsas plásticas, se midieron con un calibrador vernier y se pesaron en una balanza electrónica. Cada fruta se desmenuzó sobre un cedazo fino, debajo de una corriente de agua y las semillas obtenidas se frotaron con papel absorbente para remover el exceso de pulpa. Una vez limpiadas, se secaron en un horno a 70°C durante 72 horas, se pesaron en una balanza analítica y se contaron.

A partir de las dimensiones de los frutos y del número (SEMINUM) y peso (SEMPES) de las semillas por fruto, se derivaron cuatro nuevas variables: 1) un índice de la forma del fruto (INDFORM), que se obtiene dividiendo largo/ ancho del fruto, 2) un índice del potencial de dispersión de semillas de cada fruto (INDISPER), que se obtiene dividiendo el número de semillas por fruto entre el peso del fruto, 3) un índice de la forma y dimensión de las semillas (INDISEM), que se obtiene dividiendo el número de semillas entre el peso seco total de las semillas de cada fruto y 4) un índice del valor alimenticio del fruto (INVAL), que expresa el peso seco de pulpa libre de semillas como porcentaje del peso seco total del fruto.

El potencial dispersivo de las frutas de guayaba se analizó por medio de correlación, regresión y análisis de conglomerados (8). Los análisis de regresión se concentraron en las variables más directamente relacionadas con el proceso de dispersión de semillas (SEMINUM, INDISPER y peso del fruto). Previo a estos estudios, se evaluaron los ajustes de estas variables a los supuestos de normalidad requeridos para las pruebas de hipótesis e inferencia de los análisis de regresión. Se utilizaron pruebas de χ^2 , datos con y sin transformaciones a su raíz cuadrada e intervalos de clase igual a un decil del rango de los datos. Se evaluaron 12 modelos de regresión, seleccionando el modelo de mejor ajuste con base en el mayor valor de R^2 y al más bajo índice de F-estadístico (9). Finalmente, se consideró que el modelo tuviese una interpretación biológica razonable. En el análisis de conglomerados se utilizaron datos estandarizados, distancias euclidianas y tres procedimientos aglomerativos (vecino más cercano, distancia promedio y distancia entre centroides).

Resultados

Producción de fruta

La producción de frutas frescas fue de 1.92 y 12.84 ton/ha en el periodo mayo-junio y agosto-

diciembre, respectivamente. Las diferencias entre cosechas son debidas a diferencias en el número de árboles en fructificación y en la producción promedio por árbol (Cuadro 1). El contenido de materia seca de las frutas fue 13% del peso fresco.

Un 92% de los árboles fructificó durante el año de mediciones. Todos aquéllos que fructificaron en el primer periodo lo hicieron en el segundo. Únicamente cinco árboles no produjeron fruta en todo el año. Los periodos de fructificación duraron 43 y 126 días, respectivamente (i.e. 5-6 meses/año), con diferencias considerables en el número de días de fructificación por árbol (Cuadro 1). Los árboles fructificaron en forma de relevos, permitiendo extender y distribuir más homogéneamente la producción de fruta dentro de cada periodo. Árboles, con niveles de producción < 5 kg/año, fructificaron esporádicamente.

La producción diaria de fruta en la primer cosecha mostró una forma truncada, indicando que las mediciones se iniciaron cuando la fructificación ya había comenzado. Por esta razón y por la pequeña magnitud de la primer cosecha, los análisis de regresión se limitaron al segundo periodo. La producción diaria de frutas durante el segundo periodo (y) puede describirse con el polinomio $y = 237.76 + 15.54x - 0.149x^2$ ($R^2 = 0.70$), donde x = número de días desde el inicio del periodo de fructificación. La máxima oferta diaria (estimada por la primer derivada del polinomio anterior) es de 643 kg/ha y se alcanza a los 52 días de haberse iniciado la fructificación.

Diagramas de dispersión y estudios de correlación entre la producción anual de fruta y las dimensiones de los árboles, no permitieron detectar una relación.

Cuadro 1. Producción promedio por árbol, producción/ha y duración del periodo de fructificación de 55 árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en potreros, La Suiza, Turrialba, Costa Rica, 1983.

	Mayo-junio	Agosto-diciembre	Anual
Árboles fructificando	36	55	55
Producción kg ms/árbol	1.56	6.63	8.24
Producción ton ms/ha	0.25	1.67	1.92
Fructificación días/árbol	30	69	106
Total días fructificación	43	126	169

ms = materia seca

consistente entre estas variables. Sin embargo, los coeficientes de correlación positivos (la mayoría del orden de 0.50) y observaciones personales, sugieren que la producción es mayor en árboles grandes.

Potencial de dispersión

Los cambios de asimetría y el mejor ajuste a la normalidad después de transformaciones a raíz cuadrada y la similar magnitud del promedio y de la varianza de los datos de indisper, indican que esta variable tiene un comportamiento de Poisson (27). Con base en estos resultados, los datos de indisper fueron transformados a su raíz cuadrada para los análisis de regresión.

El coeficiente de correlación lineal negativo ($r = -0.41$) entre el peso del fruto e INDISPER indica que existe la tendencia de obtener bajos índices de dispersión en frutos grandes. El análisis de regresión con estos datos produjo resultados poco satisfactorios. En frutos grandes la mayoría de los valores de indisper son menores que el promedio. Esta tendencia fue más evidente cuando se promediaron los valores de indisper en clases de peso de 5, 10 y 15 g.

Los resultados indicaron que existe un valor máximo de INDISPER en frutos de 40 g de peso y luego un descenso consistente hacia los frutos grandes.

El análisis de conglomerados mostró la existencia de dos grupos de árboles (Figura 1). Los árboles del grupo 1 poseen frutos pequeños, livianos (8.6 g peso seco) esféricos, con INDISPER = 5.96 semillas/g fruta fresca y 126 semillas/g seco de semillas. Los árboles del grupo 2 tienen frutos grandes (9.3 g peso seco), ligeramente oblongos, INDISPER = 4.9 y 98 semillas/g seco de semillas. Ambos grupos fueron separados por los tres criterios de fusión utilizados.

Discusión

Producción de fruta

La producción de 1.92 ton/ha/año de fruta representa 17% de la producción anual de forraje de pastizales con las mismas especies que las del sitio de estudio, pero a elevaciones menores, en mejores suelos y con mejor manejo (1). Asumiendo una producción de pasto de 8 ton/ha/año en el sitio de estudio, la pro-

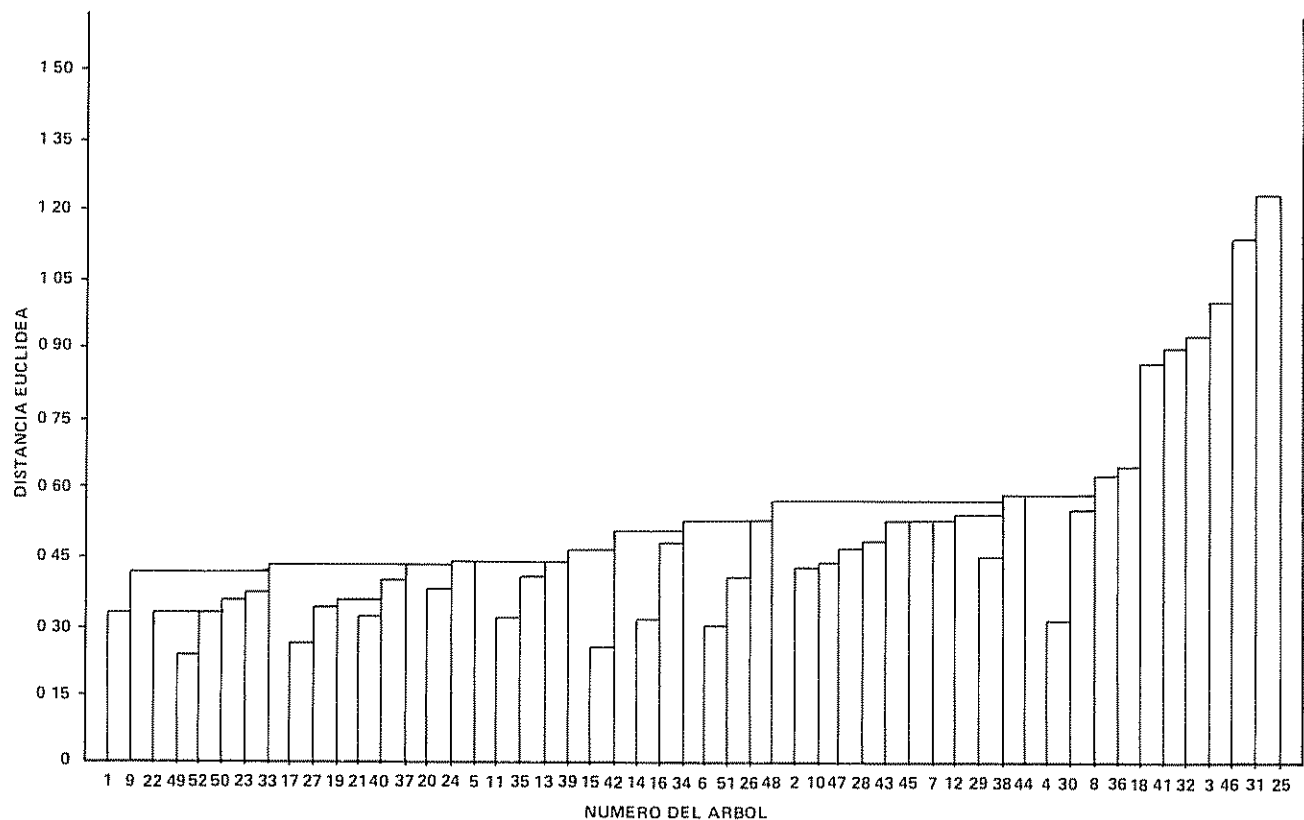


Fig. 1. Dendrograma de caracterización de árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) presentes en pastizales La Suiza, Turrialba, Costa Rica, con base a las dimensiones y características de dispersión de semillas de los frutos.

ducción de fruta podría representar el 25% de la producción de forraje en la asociación. Una más completa evaluación del potencial forrajero de la fruta, debería considerar su valor de oportunidad ante posibles cambios en la cantidad y calidad del pasto producido a lo largo del año. Desafortunadamente, los datos de este estudio no permiten este tipo de evaluación.

La ausencia de relaciones bien definidas entre el tamaño de los árboles y la producción de fruta en el sitio de estudio, podría deberse a la presencia de diferentes variedades y de árboles de un amplio rango de edades. Sin embargo, estudios de este tipo, con árboles coetáneos y de cinco variedades comerciales, han producido resultados igualmente desalentadores (7).

Ninguna de las condiciones de manejo, variedades, arreglos de siembra y densidades, comunes en plantaciones comerciales de esta especie (6, 11, 20, 23, 26) son comparables a las condiciones encontradas en los rodales de guayaba creciendo libremente en potreros. Esto obliga a restringir las comparaciones del rendimiento, únicamente a nivel de árbol. Aún en este caso, las comparaciones deben tomarse con cuidado ya que requieren una edad base ($p \leq 7$ años) para tener completa validez (6, 7). Este es un requisito insalvable para las condiciones de este estudio. Un promedio razonable del rendimiento de variedades comerciales de guayaba, con árboles de más de siete años de edad y en climas húmedos, es del orden de 150 kg/árbol/año (7, 10, 20, 26). Árboles creciendo en potreros en zonas húmedas producen unos 40 kg/árbol/año. El promedio medido en este estudio fue de 63 kg/árbol/año.

El número de animales requerido para consumir toda la fruta producida, cambia conjuntamente con la curva de producción diaria. Considerando unidades animales (UA) de 300 kg de peso vivo y un consumo individual de fruta fresca de 11 kg/UA/día (28), se requerirán 49 UA para consumir toda la fruta producida en la época de máxima producción de la segunda cosecha. En las condiciones actuales de manejo, se mantienen permanentemente 30 UA, lo cual produce excedentes considerables de fruta (que se descomponen sobre el suelo) en la parte media de la segunda cosecha y déficits hacia ambos extremos. En la primera cosecha, la demanda es siempre mayor que la oferta. La posibilidad de ajustar la carga animal a la disponibilidad diaria de fruta, es una medida poco viable ya que depende de la disponibilidad de pasto. Se supone que las fluctuaciones estacionales de la disponibilidad de pasto no son tan amplias (y probablemente no ocurren al mismo tiempo) como las fluctuaciones en la producción de fruta.

Si el objetivo de producción del propietario es aumentar simultáneamente la producción de pasto y de fruta, las manipulaciones del componente arbóreo deben tomar en consideración que se desea mantener el mínimo número de árboles requerido para satisfacer el consumo del ganado u otras necesidades impuestas por los propietarios (p.e. comercialización de la fruta) y minimizar los efectos adversos del excesivo sombreado sobre los pastos. La utilización de variedades de guayaba que fructifiquen continua y profusamente a lo largo del año, o el mantenimiento de una mezcla de variedades cuyos periodos de fructificación se traslapen en forma de relevos a lo largo del año, son dos tipos de innovaciones promisorias que deben ser evaluadas experimentalmente.

La posibilidad de innovar y de mejorar las relaciones oferta-consumo de frutas en esta asociación y la posibilidad de fijar los objetivos de producción de los propietarios, pueden conducir a preguntas decisivas como: ¿hasta qué punto es razonable que un propietario invierta capital y esfuerzo en la introducción y manejo intensivo de variedades comerciales de guayaba en sus potreros, en lugar de dedicarse únicamente a producir fruta o ganado? puesto de otra manera: ¿es más conveniente para un propietario tener potreros con altas densidades de árboles o plantaciones comerciales de guayaba pastoreadas a bajas intensidades para aprovechar los excedentes de cosecha? En ambos casos, es posible diseñar las actividades de manejo que incrementen los beneficios al propietario. La utilización de ganado vacuno para consumir los excedentes de producción en plantaciones comerciales de guayaba, no ha sido evaluada experimentalmente y podría representar una alternativa al tradicional pastoreo de ganado porcino, sin los problemas de daño radicular producidos por los cerdos al escarbar el suelo (6).

Potencial de dispersión

La relación inversa entre el peso del fruto e INDISPER, sugiere la conveniencia de erradicar de los pastizales los árboles que producen frutos < 40 g de peso fresco y de favorecer a aquéllos con frutos tan grandes como sea posible. Esta medida reducirá la cantidad de semillas potencialmente dispersadas por unidad de peso de fruta consumida por el ganado y hará más atractivo el manejo deliberado de los árboles para la producción y comercialización de la fruta. En las condiciones actuales del sitio de estudio, se sugiere establecer un peso mínimo de 70 g como criterio de selección.

La selección de árboles con bajo INDISPER permitiría reducir el potencial de dispersión desde el promedio actual de 5.43 hasta 4.96 semillas/g de fruta si la selección tiene lugar a nivel de grupo (p.e. grupo

2) y hasta un mínimo de 2.7 si la selección se realiza a nivel de árbol. Una manera más directa de reducir a nivel de árbol, el número de semillas producidas por unidad de peso de fruta, es la introducción de variedades comerciales de guayaba, con índices de dispersión del orden de 0.34-1.83 semillas/g de fruta (25).

Los resultados del análisis de conglomerados incluyen dos componentes de error que deben ser evaluados en detalle: 1) el tamaño de muestra y 2) la variabilidad natural del tamaño de los frutos. Algunos estudios diseñados para caracterizar las dimensiones promedio de los frutos de variedades comerciales de guayaba (3), evaluar la calidad industrial de la fruta (24), estimar la tasa de panmixia de la especie (29), han utilizado 3-11 frutas por árbol, pero no han hecho mención a la precisión esperada con este tamaño de muestra. En este estudio se utilizaron seis frutas por árbol, pero se requieren más estudios en este sentido.

La variabilidad natural del tamaño de los frutos incluye una variación debida a la edad del árbol, ya que las frutas tienden a ser más pequeñas a medida que el árbol envejece (6, 22) y otra variación debida a diferencias entre cosechas de un mismo año (10). En el primer caso, la incertidumbre sobre la edad de los árboles medidos podría conducir a la eliminación de clones promisorios, pero actualmente muy viejos. La variación entre cosechas se evaluó analizando las dimensiones promedio de los frutos de 40 árboles para los cuales existen registros de dos o más cosechas. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los frutos de los árboles estudiados, indicando que la variación entre cosechas no es un factor importante de variación en el sitio de estudio.

Conclusiones

Asumiendo un consumo máximo de fruta fresca de 4.3 kg/100 kg peso vivo, los rendimientos actuales de fruta durante la segunda cosecha y la carga animal utilizada (0.9 UA/ha/año), producen excedentes de fruta en la mitad del período de fructificación y déficits hacia ambos extremos. La posibilidad de ajustar la carga animal a las condiciones de oferta de fruta, es una medida poco factible ya que depende de la disponibilidad de pasto.

El manejo de las densidades de los árboles de guayaba en los pastizales, es una de las innovaciones más promisorias para reducir los efectos adversos del sombreado sobre el pasto, sin reducir la oferta de frutas para el consumo del ganado o para la comercialización. Para reducir la cantidad de semillas potencialmente dispersadas por el ganado, es necesario eliminar los árboles que producen frutos

< 40 g y favorecer aquéllos que producen frutos tan grandes como sea posible. Se sugiere un peso mínimo de 70 g como criterio de selección.

Es posible seleccionar árboles con bajos índices de dispersión de semillas que permitirían reducir el potencial de dispersión desde el promedio actual de 5.43 hasta 2.7 semillas/g de fruta fresca producida.

Resumen

Se midieron la producción de frutas y el potencial de dispersión de semillas de árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) establecidos naturalmente en pastizales. La densidad de los rodales de guayaba fue 109 árboles/ha, con diámetros (10 cm sobre el suelo) que oscilan entre 9-32 cm. Las edades de los árboles no fueron determinadas.

La producción de frutas frescas fue de 12,8 ton/ha/año (materia seca = 13%). Un total de 5,6 meses/año hay frutas disponibles para el consumo del ganado. La producción promedio de fruta fresca por árbol fue de 63 kg/año, aunque algunos árboles producen hasta 245 kg/año. No se detectó ningún tipo de relación consistente entre las dimensiones del árbol y su producción anual de frutas.

El índice de dispersión de semillas (número de semillas/peso del fruto) decrece a medida que aumenta el peso del fruto ($r = -0.41$). Por lo tanto, es conveniente erradicar de los pastizales los árboles que producen frutos con un peso promedio < 40 g. La selección de los árboles con menor índice de dispersión podría reducir la cantidad de semillas dispersadas por el ganado, desde el promedio actual de 5.4 semillas/g de fruta, hasta un mínimo de 2.7.

Literatura citada

1. AVENDAÑO, M. J. C. Período de descanso y asignación de forraje en el crecimiento y la utilización de varias especies en una pradera naturalizada. Tesis Mag. Sci., Turrialaba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1983. 65 p.
2. BEER, J. *et al.* A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone: The "La Suiza Project". In Simposio internacional sobre las ciencias forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical. Chavarría, M. ed. CONICIT-INTERCIENCIA-SCITEC. San José, Costa Rica, 1981. pp 191-210.
3. BOYLE, F. P. *et al.* Commercial guava processing in Hawaii. Hawaii agricultural experiment

- station, University of Hawaii. Bulletin 111. 1957 30 p
4. BRITTON, N. W. y WILSON, P. Scientific survey of Puerto Rico and Virgin Islands. N. Y. Academy of Science 6:26. 1925.
 5. CLARKIN, K. Inventario de los recursos naturales y características socioeconómicas de las subcuencas danta y leona de Río Tuis, La Suiza, Turrialba, Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1983. 69 p (Mimeografo)
 6. CORDOBA, V. J. A. La guayaba. Agricultura Tropical (Colombia) 17:459-479. 1961.
 7. CHAPMAN, K. R. *et al*. Growth, yield, and preliminary selection of seedlings guavas in Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 21(108):119-123. 1981
 8. EVERIT, B. Cluster analysis. Heinemann educational books. London. 1974. 122 p
 9. FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in volume tables. Forest Science 7(4):337-341. 1961
 10. LOPEZ, G. J. y PEREZ, P. R. Effect of pruning and harvesting methods on guava yields. J. Agric. Univ. of Puerto Rico 61(2):148-151. 1977
 11. MALO, S. E. y CAMPBELL, C. W. El cultivo del guayabo. Hacienda (USA) 76(3):35-36. 1981.
 12. MANNIER, R. y PIOT, J. Problemas de pastos en Adamanonia. Bois et forest des tropiques 97/98:3. 1964.
 13. MOTTOKA, P. S., PLUCKNETT, D. L. y SAIKI, D. F. Weed problems of pastures and ranges in Hawaii. In: Weed control basic to agriculture development. Procc I Asian-Pacific weed control interchange. Hawaii, East Wester Center, Univ. of Hawaii. 1969. pp. 95-98
 14. MUNE, T. L. y PARHAM, J. W. Guava and its control in Fiji. Agricultural J. of Fiji 27(3/4):3-4. 1956
 15. OAKES, A. J. Herbicidal control of guava (*Psidium guajava* L.) Turrialba 29(1):30-36. 1970
 16. OCHSE, J. J. *et al*. Tropical and sub-tropical agriculture. MacMillan, New York. v. 1. 1961. pp. 686-689.
 17. PARHAM, J. W. The weeds of Fiji. Fiji Dept of Agric. Bull. No. 35. 1958. 196 p.
 18. PARTRIDGE, I. J. Chemical control of guava. Fiji Agric. J. 35(2):101-102. 1973
 19. PARTRIDGE, I. J. The guava threat in Fiji. South Pacific Bulletin 29(2):28-30. 1979.
 20. PASSOS, L. R. *et al*. Competição entre dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) en Visconde do Rio Branco, Minas Gerais. Revista Ceres 26(147):417-433. 1979
 21. PURSEGLOVE, J. W. Tropical crops: Dicotyledons. Willey, New York. v. 2. 1968. pp. 414-419
 22. RIOS, C. D., TORRES, R. y SALAZAR, R. Selección de variedades de guayaba en Colombia. Agricultura Tropical (Colombia) 24(9):537-553. 1968
 23. RUEHLE, G. D. The common guava: a neglected fruit with promising future. Economic Botany 2:306-325. 1948.
 24. SALAZAR, M. E. Descripción de algunos tipos de guayaba con fines industriales existentes en Costa Rica. Tesis Ing. Agr., San José, Costa Rica. UCR. 1977. 31 p
 25. SETH, J. N. Varietal cross incompatibility in guava (*Psidium guajava* L.). Horticultural Advances 4:161-164. 1960
 26. SINGH, I. S., SINGH, H. K. and CHAUHAN, K. S. Effect of high and low density plantation on yield and quality of guava under semiarid conditions. Haryana Agric. Univ. J. Research 10(3):421-423. 1980
 27. SOKAL, R. R. y ROHLF, F. J. Biometría. Blume, Barcelona. 1979. 832 p
 28. SOMARRIBA, E. Arboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. II. Consumo de fruta y dispersión de semillas. Turrialba 35(4). 1985. (en prensa)
 29. SOUBIHE SOBRINHO, J. y GURGEL, J. T. A. Taxa de panmixia na goiabeira. Bragantia 21(2):15-20. 1962

- 30 TSCHIRLEY, F. H., HERNANDEZ, R. T. y DOWLER, C. C. Seasonal susceptibility of guava to selected herbicides. *Weed* 25:217-219
31. ZAYAS, J. C. La guayaba y otras frutas Myrta-ceas. La Habana, Cuba, Instituto de Libro. 1969 87 p

Notas y comentarios

Reunião de Pesquisa de Trigo Irrigado na UEPAE Dourados

A Unidade de execução de Pesquisa de Ambito Estadual (UEPAE de Dourados/EMBRAPA) promoverá de 25 de fevereiro a 01 de março de 1986, uma reunião de pesquisa de trigo irrigado, com participação de pesquisadores de todo País ligados ao setor. O objetivo é promover um diagnóstico completo da situação atual da pesquisa com trigo irrigado no Brasil; caracterizar e discutir os principais problemas comuns e específicos enfocando tanto os parâmetros exclusivos à prática da irrigação em si, como também os demais fatores de produção; discutir metodologia de experimentação como objetivo de promover um aumento e uniformização do nível científico desta, através do intercâmbio de experiências; estruturação de um mecanismo que propicie trocas periódicas de informações entre pesquisadores, bem como de material bibliográfico e equipamentos e levantar subsídios para traçar linhas de pesquisa de trigo irrigado a nível nacional com objetivo de direcionar as investigações dos diferentes parâmetros a serem estudados.

As altas produtividades de trigo têm determinado excepcionais promoções econômicas aos agricultores, tendo porém, em muitas vezes comprometido definitivamente sua estrutura produtiva por ocasião da ocorrência de frustração de safra proveniente de uma adversidade climática, principalmente a seca.

Dentro deste contexto a prática da irrigação assume importância destacada, porém, observa-se que

muitas vezes a prática do trigo irrigado promove frustração por parte do produtor em relação à expectativa inicial, quando então as produtividades conseguidas apresentam-se bem aquém do teto produtivo mínimo compatível com esta sofisticada e cara tecnologia

Tem-se constatado que os principais fatores limitantes são: manejo inadequado da água e má utilização dos equipamentos de irrigação; desconsideração com os outros fatores de produção, tais como, preparo do solo, adubação, tratos fitossanitários e práticas culturais e inadequação da estrutura física e educacional do irrigante.

Esta reunião terá caráter estritamente científico e vai focar de maneira global e objetiva a problemática do trigo irrigado no Brasil a partir da situação específica de cada representante, devendo contar com a participação de técnicos reconhecidamente especializados de várias instituições

A comissão organizadora deste evento é composta pelos engenheiros agrônomos, Rinaldo de Oliveira Calheiros e Cláudio Alberto Souza da Silva, ambos da UEPAE de Dourados e Ricardo Tomikazu, da Cooperativa Agrícola de Cotia

Várias entidades deverão participar desta reunião, entre elas a UEPAE de Dourados, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – CNPT, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – CPAC/EMBRAPA, Cooperativa Agrícola de Cotia – CAC, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG Fazenda Itamarati, Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Universidade Federal de Viçosa – UFV e Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP.

COMUNICACIONES

Predicción de la cantidad de leña de árboles individuales de *Pinus oocarpa*, Schiede, en Siguatepeque, Honduras.

Summary. This article presents preliminary predicting equations to help estimate the volume of timber cut, primarily to be used as firewood for energy, from stands of *Pinus oocarpa*, Schiede, in Siguatepeque, Honduras. The equations can also be used to calculate the number of firewood pieces (90 cm long) from individual oocarpa trees. Three of the equations reported can be applied in 'stump count' inventory jobs in order to estimate volume and amount of firewood pieces cut in an area. An additional equation, which uses crown width as the independent variable, is reported. It can be used in making similar predictions in aerial inventories. Reliable and accurate predictions will be obtained if these equations are applied using field data values which fall within the range of the information in this study.

No se sabe con certeza el volumen de madera de *Pinus oocarpa*, Schi, que anualmente se corta o se consume como leña entre la población rural hondureña. Se estima que más del 95% de los hogares en áreas rurales usa leña diariamente para cocinar sus alimentos (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, comunicación personal). Cantidades considerables de leña se consumen también por la población pobre en las áreas urbanas. Mundialmente se ha informado que en la actualidad la leña constituye entre un 80 y un 85% de la cosecha anual de madera en los países del trópico, y que la demanda se mantendrá al paso del aumento de la población mundial (3).

El objetivo principal de este estudio preliminar es proveer ecuaciones de predicción que ayuden a estimar la cantidad y volumen de madera de *Pinus oocarpa*, Schiede, que se corta para leña en la zona de Siguatepeque, Honduras. Las ecuaciones que se presentan ayudarán al técnico forestal a estimar lo siguiente: a) el número de pedazos de leña (o leños) de 90 cm de longitud que un árbol producirá y b) el volumen de madera, en metros cúbicos, que esos leños representan.

Materiales y métodos

Los árboles muestra fueron tomados en un bosque de *oocarpa* en las montañas al este de Siguatepeque. Tradicionalmente estos bosques y zonas aledañas son incendiados año a año por campesinos en sus labores de preparación de tierras para la agricultura. A consecuencia, el bosque es ralo y joven pero de crecimiento muy lento. El suelo es muy erosionado y rocoso. La profundidad promedio del mismo es apenas 40 centímetros.

Los árboles medidos formaban parte de la tarea diaria de dos campesinos leñadores. Por conveniencia, los árboles escogidos por el campesinado para convertirlos en leña normalmente son jóvenes, de buena forma y fáciles de ender. Según la práctica en esta zona, cada leño mide como promedio 90 centímetros de longitud.

Previo a la toma de datos se hizo un muestreo durante el cual se visitaron al azar 15 hogares que consumen leña en la ciudad de Siguatepeque. Este muestreo comprobó que los 90 cm caían dentro del rango de longitudes de leños encontrados en esos hogares. También se determinó que el corte transversal de cada leño aproximó en su mayoría la forma de un triángulo y raras veces la de un cilindro, la de un cuadrado o la de un rectángulo.

Antes de cortar cada árbol se le midió el diámetro a la altura de pecho (DAP), en centímetros, con una cinta diamétrica. La proyección vertical de la copa de cada árbol hacia la superficie del suelo sirvió para medir su diámetro en metros (COPA). El valor registrado fue el promedio de dos lecturas (1). Luego se marcó la altura del tocón a 25 cm del suelo en la parte superior de la pendiente. Una vez derribado cada árbol, se le midió la altura total en metros (ALT). Seguidamente se le marcaron al leñador a lo largo del fuste trozos de 90 centímetros. Se registró el diámetro mayor y el menor, con corteza, de cada trozo. Los trozos fueron endidos y convertidos en leña. El trozo superior de cada fuste por lo general resultó menor de los 90 cm por lo que no se consideró como leña. Cada árbol se aprovechó hasta un diámetro superior, con corteza, de 10 centímetros. Luego se procedió a contar los pedazos de

leña producidos por las ramas gruesas las cuales, para ser aprovechadas como tal, debieron tener un diámetro superior, con corteza, igual o mayor a los 10 cm. Cualquier pedazo restante que no llenaba los requisitos de diámetro, aunque tuviere la longitud deseada, se descartó. La razón por tal decisión es que, según la práctica del leñador, esos pedazos producen un leño muy delgado con poca o nada de aceptación en el mercado local. Finalmente, fue anotado el número de leños producido por cada trozo por árbol (LEÑA).

Debido a que se estaba aprovechando la labor de los leñadores que se encontraban en esa zona sólo se pudieron obtener datos de ocho árboles. Esos árboles produjeron otras submuestras (Cuadro 1). Las submuestras son las siguientes: 118 trozos de 90 cm, 1954 leños de los fustes, y 118 leños más de las ramas.

La información de campo fue analizada usando las pruebas de normalidad Univariate (4) las cuales indicaron que la misma estaba normalmente distribuida. También se aplicó el análisis Pearson (4) el que indicó las posibles correlaciones entre las distintas variables. Según los resultados de estos análisis, finalmente se desarrollaron las ecuaciones de regresión (Cuadro 2).

Cuadro 1. Estadísticas de la información de campo.

Variable	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación %	Rango
TOTAL	345.3	71.78	20.8	251 - 465
FUSTE	327.7	72.43	22.2	237 - 445
VOLUMEN	0.7788	0.1041	13.4	0.6043 - 0.8878
DAP	32.8	1.79	5.5	28.4 - 37.5
ALT	21.7	1.22	5.6	19.4 - 23.5
COPA	7.94	0.55	6.9	6.5 - 8.9
HT	17.85	1.75	9.8	14.4 - 19.8
MI 3	0.0396	0.0202	51.4	0.0062 - 0.1105
LEÑA	16.47	8.21	49.8	3 - 38
COM	17.83	1.64	9.2	15.0 - 18.9
IOCON	37.90	3.15	8.3	33.6 - 41.8

De donde:

TOTAL	=	Número total de leños de 90 cm de longitud. Incluye fuste + ramas.
FUSTE	=	Número total de leños de 90 cm de longitud del tronco solamente, hasta un diámetro superior de 10 cm con corteza.
VOLUMEN	=	Volumen en metros cúbicos de todos los leños del tronco con corteza.
DAP	=	Diámetro a la altura de pecho en cm, a 1.30 m del suelo.
ALT	=	Altura total del árbol en metros.
COPA	=	Diámetro de la copa en metros.
HT	=	Altura en metros hasta la altura del trozo deseado: número de trozos por árbol x 0.90 m.
MI 3	=	Volumen total en metros cúbicos de todos los leños con corteza de un trozo individual.
LEÑA	=	Número de leños que un volumen de un trozo individual representa.
COM	=	Altura comercial en metros hasta un diámetro superior con corteza de 10 cm.
IOCON	=	Diámetro con corteza a la altura del tocón en centímetros. Se asume un tocón de 25 cm de altura.

Cuadro 2. Ecuaciones de predicción de total, fuste, volumen y leña.

No.	Modelo	n	r**2	S \bar{x}	Sy.x
1	TOTAL = -932.45 + 38.98* DAP	8	0.94*	8	20
2	TOTAL = 24.98 + 0.984* FUSTE	8	0.99*	4	10
3	TOTAL = -606.68 + 58.79* ALI -40.28*COPA	8	0.92*	10	25
4	TOTAL = -467.29 + 21.45* TOCON	8	0.88*	6	15
5	FUSTE = -921.11 + 38.03* DAP	8	0.88**	12	29
6	FUSTE = -20.18 + 1.00* TOTAL	8	0.99*	9	10
7	FUSTE = -775.18 + 24.73* DAP + 16.25* HT	8	0.92**	10	25
8	FUSTE = -494.95 + 21.66* TOCON	8	0.89*	5	12
9	FUSTE = -154.0 + 615.93* VOLUMEN	8	0.78**	0.02	0.05
10	VOLUMEN = 0.364 + 0.00127* FUSTE	8	0.78**	0.022	0.055
11	VOLUMEN = -0.337 + 0.0295* TOCON	8	0.79*	0.022	0.053
12	LEÑA = 1.831 + 372.021* MT 3	118	0.84*	1	3
13	MT 3 = 0.002144 + 0.00226* LEÑA	118	0.84*	0.003	0.008
14	MT 3 = -0.924 + 0.0519* DAP	8	0.79**	0.022	0.053
15	COM = -7.427 + 0.7701* DAP	8	0.70**	0.400	0.990

De donde:

- * Ecuación significativa al nivel de probabilidad de 0.01
- ** Ecuación significativa al nivel de probabilidad de 0.05

- n = Tamaño de la muestra
- S \bar{x} = Error estándar del promedio
- Sy.x = Error estándar de lo estimado

Resultados y conclusiones

El rango del volumen promedio de cada leño fue de 1.597 a 3.25 decímetros cúbicos. El leño promedio registró un volumen de 2.39 dm³. El volumen se obtuvo aplicándole la fórmula Smalian a cada trozo de 90 cm de largo. Luego ese volumen se dividió entre el número de leños que ese trozo produjo. El volumen se anota con corteza ya que en la práctica el leñador corta y vende la leña sin descortezar.

El Cuadro 2 demuestra varios modelos de predicción con el respectivo error estándar del promedio (Sx) y el error estándar de lo estimado (Sy.x). Las ecuaciones 1 a 4 estiman el número total de leños de un árbol (TOTAL), incluyendo los del fuste y los de las ramas, hasta un diámetro superior con corteza de 10 cm. Las ecuaciones 5 a 9 estiman la cantidad de leños que produce el fuste solamente (FUSTE) aprovechables hasta el mismo diámetro superior. Mediante el uso de la ecuación 9 se puede calcular la cantidad de leños del fuste solamente que un volumen de madera cortada representa. La ecuación 10 es lo inverso de la ecuación 11, en que aproxima el volumen de madera de todos los leños del fuste en conjunto.

Las cuatro alternativas que se presentan para estimar TOTAL usan distintas variables independientes. Cada una puede tener aplicación cuando se cuenta o no con una u otra variable. Por ejemplo, la ecuación 1 requiere solamente la medición del DAP, mientras que la ecuación 2 calcula TOTAL cuando

se conoce la variable FUSTE. La tercera ecuación se incluye porque podría tener aplicación en trabajos de estimación aérea de producción de leña en árboles individuales en zonas remotas.

Similares puntos de discusión se aplicarían a las ecuaciones 5 y 6. La ecuación 7 puede tener especial uso ya que estima FUSTE a cualquier altura del árbol. Esta última ecuación, entre todas las incluidas, podría ser la de mayor aplicación ya que el campesino en esta región raras veces aprovecha el árbol hasta el diámetro superior indicado en este estudio. La práctica es aprovechar el fuste solamente y, mejor aún, sólo en las partes más gruesas y sin ramas. El campesino estima que cortar leña de trozos muy delgados no le resulta económico, además de que la leña muy delgada no tiene mucha aceptación en el mercado local. Como resultado, el campesino erróneamente tiende a aprovechar el árbol únicamente hasta donde comienza la copa.

Las ecuaciones 4, 8 y 11 se incluyen porque tienen aplicación en un conteo de tocones, en una zona ya talada, encaminado a estimar la cantidad de leña y el volumen aprovechado. Mediante el uso de la ecuación 12 se podrá determinar el número de leños (LEÑA) que un volumen de madera representa. La ecuación 13 aproxima el volumen de madera que representa un número determinado de leños de un trozo individual. Se diferencia de la ecuación 10 en que esta última calcula el volumen que los leños de todos los trozos de un fuste representan en conjunto. Como

puede apreciarse los valores de r-cuadrado para las ecuaciones 2 y 6, 9 y 10, 12 y 13 son iguales. Las razones que explican esto han sido señaladas anteriormente (1, 5).

Finalmente se presentan las ecuaciones 14 y 15, las cuales estiman el volumen con corteza y la altura comercial (COM) respectivamente. No se incluyen ecuaciones para estimar DAP y altura total ya que éstas fueron descritas anteriormente para esa zona (2).

Recomendaciones

Debe tomarse en cuenta que las ecuaciones que se describen en esta comunicación son preliminares. A pesar de que la muestra fue relativamente pequeña (excepto en el caso de las ecuaciones 12 y 13) las predicciones encontradas son estadísticamente significativas a los niveles de probabilidad 0.05 y 0.01. Sin embargo, para asegurarse de esa significancia, habrá que continuarse este estudio tomando una muestra más grande y en zonas distintas. El uso de las ecuaciones por ahora debe restringirse a información de campo enmarcada dentro del rango de la información de este estudio (Cuadro 1). Sin embargo, esto no debe tomarse como una limitación del mismo ya que de todos modos el DAP promedio encontrado (Cuadro 1) es aquél aprovechado por el campesino en esta zona. El árbol muy joven en la zona normalmente es muy delgado y no produce suficiente leña por unidad de tiempo. El árbol muy viejo generalmente es más grueso pero muy duro y difícil de ender por lo que el leñador concentra sus esfuerzos y tiempo en aquellos árboles promedio que son más suaves y con los cuales la producción y eficiencia son aceptables.

Resumen

Esta comunicación presenta ecuaciones preliminares de predicción del volumen de madera aprovechable para leña principalmente, en un bosque de *Pinus oocarpa*, Schiede, en Siguatepeque, Honduras. Las ecuaciones pueden usarse para estimar la producción de leños (90 cm de longitud) en árboles individuales. Tres de las ecuaciones presentadas tienen aplicación en un conteo de tocones encaminado a calcular tanto el volumen de madera así como la cantidad de leña cortada. También se incluye una ecuación adicional que usa el diámetro de la copa como variable independiente, la cual puede usarse en trabajos de inventarios forestales aéreos. Con las ecuaciones descritas se pueden obtener resultados confiables cuando se usen con información cuyos valores estén dentro de los rangos recomendados en este estudio.

20 de enero 1984

F. CASTAÑEDA*
E. PONCE**

* Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA), Universidad Nacional Autónoma de Honduras, La Ceiba, Honduras

** Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), Siguatepeque, Honduras

Literatura citada

1. CASTAÑEDA, F., ALVARADO, C., ALVARADO, C. de, DIAZ, R. y VALDES, C. Diámetro de la copa-diámetro altura de pecho para *Pinus oocarpa*, Schi., en Siguatepeque, Honduras. Turrialba 32(2):123-129. 1982.
2. CASTAÑEDA, F., y JELVEZ, A. Altura total, diámetro a la altura de pecho y factor de forma para *Pinus oocarpa*, Schi., en Siguatepeque, Honduras. Turrialba 35(2): 1985.
3. DEPARTMENT of STATE. The world tropical forests: a policy strategy and program for the United States. Washington. Publication No 9117. 1982. pp 5-40.
4. SAS INSTITUTE INC. SAS user's guide: Basic. Cary, North Carolina. 1982. 923 p.
5. STEEL, R. G. y TORRIE, J. Principles and procedures of statistics. New York, MacGraw-Hill. 1960. 480 p.

Influence of flight on the mating behavior of the mahogany shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).

Resumen. Este estudio fue hecho con el fin de verificar el efecto del vuelo sobre la ovoposición de hembras jóvenes de *Hypsipyla grandella* (Zeller), el taladrador del caobo. Los resultados muestran que la relación de huevos fértiles e infértiles en insectos que han volado es de 60:1, mientras que los datos correspondientes para hembras que no han volado es de 1:80. El número total de huevos depositados por las hembras no es afectado por el tratamiento.

Successful establishment of the Spanish Cedar (*Cedrela odorata*) is greatly limited by the shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Zeller). Its biology and distribu-

tion has been described in detail (12, 16). Studies have shown that adult moths are nocturnally active; but during the day, they remain hidden among grass or within low-lying vegetation and tree crowns (2, 6, 8). In the late evening and early morning hours, virgin females are attracted to suitable host material via olfactory cues emanating from new growth (3, 6, 9).

Adult shootborer behaviour reaches a peak between 0200 and 0300 hours (15). Couples mate for an average of 1.23 minutes in a posterior to posterior mating position. After mating, females oviposit until their death an average of 200 eggs in the evening and early morning hours (5, 13). Optimum egg deposition occurs within an average of 5.8 days (8).

Recently however, there had been some problems associated with shootborer rearings in relation to mating and oviposition particularly when this is attempted in temperate regions. In Turrialba, Costa Rica, the practice of placing recently emerged *H grandella* adults in 90 x 90 cm outdoor mating cages (5) has produced successful mating. But laboratory rearings undertaken at the College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, have failed to produce any mating utilizing indoor mating cages. The temperate climate at Seattle precludes the use of outdoor mating cages all the year around as it was done in Costa Rica, its native tropical habitat. As a result, many shootborer investigations were abandoned at the University of Washington (Gara 1976 personal communication). Similarly, attempts to raising *H robusta* (Moore) in small cages constructed with wire, muslin, glass and pottery in India were unsuccessful (1).

The objective of this study was to delineate the influence of flight on the mating and ovipositional behaviour of *H grandella* adult moths.

Materials and methods

Flight experiments were conducted with adult *H grandella* obtained from artificial rearings in Turrialba, Costa Rica, and tests carried out at the laboratories of College of Forest Resources, University of Washington. Prior to emergence, insect pupae were sexed (7) and were then subjected to 12-hour daylight and 12-hour dark (12L:12D) cycles until emergence. Consequently, moths were flown during day between 1400 and 1500 hours, a period corresponding to the time moths are most active (15). In practice, two males and two females were flown simultaneously for five minutes on a flight mill (14). One to two day-old moths were used to test

the effect of flight on the ovipositional behaviour of *H grandella*. The first group of flown insects consisting of ca. 34 males and 34 females were put in a cage measuring 38 x 28 x 28 cm previously lined with brown paper towel to collect eggs. Test insects were flown only once in the first day of the experiment. Another group utilizing about the same number of insects but unflown were set up in a similar cage. The experiment was replicated twice and eggs were collected in all the cages daily for seven days. Eggs were then classified as fertile or infertile. Fertile eggs normally will turn red within 24 hours of oviposition while the infertile ones remain translucent.

Moths lived on water soaked in cotton wool located in a Petri dish at the base of each cage.

Results

A total of 1081 fertile eggs were collected from cages where flown young females were kept as against 13 from unflown insects (Table 1). On the other hand, infertile eggs laid by flown insects are considerably low (18) while corresponding figure for unflown females was high (1032). In both cases, most of the eggs were deposited in the first 5 days of confinement in agreement with Holsten (8). There is a significant difference between the number of fertile eggs laid by flown and unflown insects ($X^2 < 0.05$). There is no apparent difference in the total number of eggs laid in relation to whether insects were flown or not.

Table 1. Number of fertile and infertile eggs laid by flown and unflown *H grandella* females.

Day of Collection	Flown females		Unflown females	
	Fertile	Infertile	Fertile	Infertile
1	334	13	0	181
2	230	4	0	330
3	172	1	1	178
4	160	0	8	158
5	142	0	3	132
6	37	0	0	43
7	6	0	1	10
Total	1081	18	13	1032

Discussion

It has earlier been demonstrated (3, 8) that emergent females are responsible for dispersal and subsequent host finding. Also, that 1 to 2 day old

females flew farther than males (2). This study shows therefore that flight has to take place, probably initiating mating, and is responsible for the laying of fertile eggs. The few infertile ones (18) were probably laid by an individual female that did not mate.

I believe that large outdoor cages which were successfully used in Costa Rica provided sufficient space for short lateral flights which invariably triggered mating stimuli. Again, the use of large outdoor cages produced better breeding results in India for *H. robusta* (1). Actually, flight activity had been reported to aid settling response of many insects (4, 10, 11).

Acknowledgements

I am grateful to Sr. Juan Carlos Sánchez formerly of the Department of Forestry, CATIE, Turrialba, Costa Rica, for the shipment of test material. I also acknowledge the help of the staff of USDA Agricultural Research Service at Yakima for use of flight mill. Thanks to Dr. E. H. Holsten for reviewing the manuscript.

Summary

This study was carried out to verify the effect of flight on the oviposition of young female *Hypsipyla grandella* (Zeller), the shoot borer of mahogany. The result shows that the ratio of fertile to infertile eggs in flown insects is 60:1 whereas corresponding figures for unflown females is 1:80. There was no difference in the total number of eggs laid by females due to treatment.

June 20, 1984

J. O. FASORANTI*

* Department of Biological Sciences University of Ilorin
P.M.B. 1515
Ilorin, Kwara State, Nigeria.

References

1. BEESON, C. F. C. The life history of the toon shoot and fruit borer *Hypsipyla robusta* Moore (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae) with suggestions for its control. Indian Forest Records (Old Series) Entomological Series Vol. 7:146-216. 1919.
2. FASORANTI, J. O., GARA, R. I., and GEISLER, D. R. Laboratory studies on the flight capacity of the mahogany shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep: Pyralidae). Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie 93: 182-186. 1982.
3. GARA, R. I., ALLAN, G. G., WILKINS, R. M., and WHITMORE, J. L. Flight and host selection behavior of the Mahogany shootborer, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep: Phycitidae). Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie 72(3):259-266. 1973.
4. GRAHAM, K. Release by flight exercise of a chemotropic response from photopositive domination in a Scolytid beetle. Nature 184:283-284. 1959.
5. GRIJPMAN, P. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. V. Observations on a rearing technique and on host selection behavior of adults in captivity. Turrialba 21(2): 202-213. 1971.
6. GRIJPMAN, P. and GARA, R. I. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. I. Host selection behavior. Turrialba 20(2): 233-240. 1970.
7. HIDALGO-SALVATIERRA, O. Estudios sobre el barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller. VII. Determinación del sexo en pupas. Turrialba 21(2):221. 1971.
8. HOLSTEN, E. H. Mating behavior of the Mahogany shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller (Lep: Pyralidae) in Costa Rica. Ph.D. Dissertation, Seattle, University of Washington, 1977. 146 p.
9. HOLSTEN, E. H., and GARA, R. I. Factors affecting pheromone production by female *Hypsipyla grandella* Zeller (Lep: Pyralidae). Environmental Entomology 6(3):443-446. 1977.
10. JOHNSON, B. Factors affecting the locomotor and settling responses of a late aphid. Animal Behaviour 6:926. 1958.
11. KENNEDY, J. S. and BOOTH, C. O. Coordination of successive activities in an aphid. The effect of flight on the settling responses. Journal of Experimental Biology 40:351-369. 1963.
12. RAMIREZ SANCHEZ, J. Investigación preliminar sobre biología, ecología, control de *Hypsipyla grandella* Zeller. Boletín del

Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación 16:54-77 1964

- 13 SAMANIEGO, V A and STERRINGA, J. T. Estudios sobre el barrenador *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep: Pyralidae) XXI. Un nuevo método para obtener oviposición en cautividad. Turrialba 23(3):367-370 1973.
- 14 SCHOENLEBER, L. G., WHITE, L. D. and BUTT, B. Flight mill system for studying insect behavior US Department of Agriculture, Agricultural Research Service 42: 164 1970
- 15 SLIWA, D D and BECKER, V O Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep: Pyralidae) XX. Observations on emergence and mating of adults in captivity Turrialba 23(3):352-356 1973
- 16 TILLMANN, H J Apuntes bibliográficos sobre *Hypsipyla grandella* Zeller. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación 16:82-92 1964

Un método fácil de ajuste por pendiente.

Summary. The need for slope correction when laying out circular plots is an important task in forest inventory. The traditional method, horizontal distance times the secant of the angle of inclination, is presented and a couple of disadvantages are seen. First, it is time consuming, and secondly, it introduces great possibilities of no sampling errors. An alternative method is developed which seems to be faster and easier.

La necesidad de información sobre los recursos forestales de Costa Rica ha impulsado el uso de técnicas que reduzcan en conteo y medición de los árboles para la determinación de sus características y que, a la vez, bajen los costos de tal operación. Estas técnicas pueden ser, en términos generales, de dos tipos: a) la escogencia, por conveniencia o juicio, de parcelas en determinadas áreas del bosque;

b) la elaboración de un diseño de selección de parcelas que obedezca a las técnicas apuntadas por el muestreo estadístico. En el primer caso, los resultados serán válidos sólo para la parcela en cuestión, mientras que en el segundo, los resultados del inventario pueden ser generalizados a la población con una confiabilidad conocida.

Las formas más comunes de parcelas en nuestro medio son los rectángulos, las fajas o líneas y los círculos; sin embargo, cualquiera que sea la forma, los límites deben ser bien definidos y dispuestos para evitar fuentes de error.

Uno de los errores más frecuentes que se observa en el trabajo de campo es la omisión del ajuste por pendiente cuando se está delimitando la parcela.

Estimación del ajuste

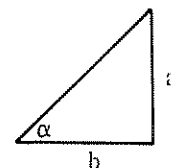
La información sobre el área en inventarios forestales se refiere generalmente al plano horizontal. Loetsch *et al.* (1) señalan que una parcela circular, ubicada sobre pendiente, resulta en una elipse de área menor si es proyectada al plano horizontal. Lo mismo sucede con otras formas si tienen mediciones paralelas a la dirección de la pendiente. Mediciones en el sentido perpendicular no son afectadas.

Existen diferentes métodos e inclusive instrumentos para corregir o ajustar distancias cuando se localizan en pendientes. En Costa Rica los dos métodos más frecuentes son: 1) el "banqueo": si la pendiente es leve (e.g. < 10%), la distancia es medida en secciones cortas que permitan la nivelación horizontal de la cinta; y 2) cuando la pendiente es grande, la distancia se mide siguiendo la inclinación del terreno y tomando aquella que resulta de la multiplicación de la distancia deseada por la secante del ángulo, en grados, de la pendiente. Existen tablas que son utilizadas en el campo para hacer estas correcciones. Estas tablas generalmente usan ángulos en grados como una de sus entradas; sin embargo, el personal de campo está más acostumbrado a trabajar en porcentajes de pendiente que en grados.

El porcentaje de pendiente está dado por el número de metros de variación vertical en 100 metros de distancia horizontal. Por lo tanto, si se da una distancia horizontal de 100 metros y un ascenso de 100 metros (lo que implicaría una pendiente del 100%) el ángulo se obtendría de la siguiente forma:

si $a = 100$ m y

$b = 100$ m



$$\tan(\alpha) = \frac{a}{b} = 100/100 = 1 \text{ entonces}$$

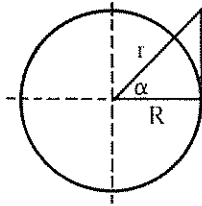
$$\alpha = \arctan(1) = 45 \text{ grados}$$

De esta sencilla relación trigonométrica se pueden convertir porcentajes a grados de pendiente.

$$G = \arctan(P) \quad (1)$$

donde G = ángulo en grados.
 P = porcentaje de pendiente en forma decimal

Como ahora se quiere corregir una distancia horizontal, se supondrá que esta distancia representa un radio fijo R de un círculo trigonométrico. El desplazamiento de R en el círculo determinará la inclinación y por consiguiente la distancia r será equivalente a las unidades de distancia horizontales deseadas:



En otras palabras, se necesita conocer la distancia r en la Figura 1, dados el ángulo de elevación (α) y la distancia horizontal R . La distancia r en la Figura 1 representa la secante del ángulo y determinará las siguientes relaciones:

$$r = \sec(\alpha) = 1/\cos(\alpha) \quad (2)$$

donde α es en grados

De la relación (2) se obtiene la siguiente ecuación para estimar la distancia sobre la pendiente dada la inclinación en porcentaje:

$$r = R/\cos(\arctan(P))$$

donde r = distancia corregida.
 R = distancia en unidades horizontales.
 P = porcentaje de inclinación

El inverso del coseno del ángulo de la inclinación indica el valor de ajuste de la distancia horizontal deseada

El Cuadro 1 representa la distancia corregida por pendiente dado el porcentaje de inclinación y la distancia horizontal deseada. Los valores de dicha tabla

fueron cotejados con aquéllos provenientes de una tabla presentada con grados de pendiente y los resultados fueron idénticos.

Para ilustrar la importancia de corregir por pendiente, supóngase que se ha escogido una parcela circular de 1/5 de hectárea ($R = 25.23 \text{ m}$) como forma básica de la unidad muestral. Se supone además que la ubicación de la parcela presenta una inclinación de 40% en el lado más pronunciado y que no se hicieron ajustes en el campo. Este error implicaría que en lugar de tomar una parcela de 0.2 ha se tomaría una de 0.17 (error del 15% en área), lo cual sesgaría los resultados finales.

Para evitar errores de esta naturaleza se presentan a continuación los pasos necesarios para corregir, en el campo, distancias a ser medidas sobre terrenos inclinados:

- 1) determinar el porcentaje de pendiente. Esto se hace tomando lecturas tanto hacia arriba como hacia abajo del centro de la parcela sobre la inclinación más pronunciada.
- 2) usando el Cuadro 1, determinar la distancia corregida que corresponde a la distancia horizontal deseada y a la inclinación del terreno, y
- 3) medir esa distancia a lo largo de la pendiente. No deben hacerse correcciones en distancias perpendiculares a la dirección de la pendiente.

Limitaciones y una posible solución

El método descrito anteriormente, a pesar de que funciona perfectamente, presenta algunas desventajas: a) requiere mucho tiempo en terrenos muy quebrados ya que los ajustes serían numerosos y b) los límites de la parcela dependerán de las lecturas de inclinación que haga un miembro de la cuadrilla, existiendo por lo tanto el riesgo de errores no aleatorios.

Las parcelas circulares en el plano horizontal son proyectadas como elipses en el plano de inclinación. Las desventajas de estas figuras como parcelas de medición fueron ya apuntadas. Por lo tanto, es conveniente obtener una figura que reduzca el error no de muestreo y que permita una delimitación mucho más rápida y de menor costo. Esta figura podría ser un círculo de la misma área de la elipse, presentando la ventaja de que se tendría un radio fijo para ser rotado 360 grados sobre el terreno. Esto se podría obtener de la siguiente forma:

Definamos A_e = área de la elipse
 a = eje mayor de la elipse
 b = eje menor de la elipse
 A_c = área del círculo
 r = radio del círculo
 $A_{c'}$ = área del círculo igual al área de la elipse
 r' = radio del círculo c' .

El objetivo es entonces encontrar el radio r' que permita obtener c' . En otras palabras

$$A_c \equiv A_e = A_{c'} \quad (3)$$

o sea, que el área del círculo en el plano horizontal sea equivalente al área de la elipse sobre la pendiente y que ésta a la vez, sea igual al área de un nuevo círculo con radio en función de a y b ($r' = f(a, b)$)

Cuadro 1. Distancia corregida sobre pendiente.

% PEND.	DISTANCIA HORIZONTAL.																		
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
8	5	10	15	20.1	25.1	30.1	35.1	40.1	45.1	50.2	55.2	60.2	65.2	70.2	75.2	80.3	85.3	90.3	
12	5	10.1	15.1	20.1	25.2	30.2	35.3	40.3	45.3	50.4	55.4	60.4	65.5	70.5	75.5	80.6	85.6	90.6	
16	5.1	10.1	15.2	20.3	25.3	30.4	35.4	40.5	45.6	50.6	55.7	60.8	65.8	70.9	76	81	86.1	91.1	
20	5.1	10.2	15.3	20.4	25.5	30.6	35.7	40.8	45.9	51	56.1	61.2	66.3	71.4	76.5	81.6	86.7	91.8	
24	5.1	10.3	15.4	20.6	25.7	30.9	36	41.1	46.3	51.4	56.6	61.7	66.8	72	77.1	82.3	87.4	92.6	
28	5.2	10.4	15.6	20.8	26	31.2	36.3	41.5	46.7	51.9	57.1	62.3	67.5	72.7	77.9	83.1	88.3	93.5	
32	5.2	10.5	15.7	21	26.2	31.5	36.7	42	47.2	52.5	57.7	63	68.2	73.5	78.7	84	89.2	94.5	
36	5.3	10.6	15.9	21.3	26.6	31.9	37.2	42.5	47.8	53.1	58.5	63.8	69.1	74.4	79.7	85	90.3	95.7	
40	5.4	10.8	16.2	21.5	26.9	32.3	37.7	43.1	48.5	53.9	59.2	64.6	70	75.4	80.8	86.3	91.5	96.9	
44	5.5	10.9	16.4	21.9	27.3	32.8	38.2	43.7	49.2	54.6	60.1	65.6	71	76.5	81.9	87.4	92.9	98.3	
48	5.5	11.1	16.6	22.2	27.7	33.3	38.8	44.4	49.9	55.5	61	66.6	72.1	77.6	83.2	88.7	94.3	99.8	
52	5.6	11.3	16.9	22.5	28.2	33.8	39.4	45.1	50.7	56.4	62	67.6	73.3	78.9	84.5	90.2	95.8	101.4	
56	5.7	11.5	17.2	22.9	28.7	34.4	40.1	45.8	51.6	57.3	63	68.8	74.5	80.2	86	91.7	97.4	103.2	
60	5.8	11.7	17.5	23.3	29.2	35	40.8	46.6	52.5	58.3	64.1	70	75.8	81.6	87.5	93.3	99.1	105	
64	5.9	11.9	17.8	23.7	29.7	35.6	41.6	47.5	53.4	59.4	65.3	71.2	77.2	83.1	89	95	100.9	106.9	
68	6	12.1	18.1	24.2	30.2	36.3	42.3	48.4	54.4	60.5	66.5	72.6	78.6	84.7	90.7	95.7	102.8	108.8	
72	6.2	12.3	18.5	24.6	30.8	37	43.1	49.3	55.5	61.6	67.8	73.9	80.1	86.3	92.4	98.6	104.7	110.9	
76	6.3	12.6	18.8	25.1	31.4	37.7	44	50.2	56.5	62.8	69.1	75.4	81.6	87.9	94.2	100.5	106.8	113	
80	6.4	12.8	19.2	25.6	32	38.4	44.8	51.2	57.6	64	70.4	76.8	83.2	89.6	96	102.4	108.9	115.3	
84	6.5	13.1	19.6	26.1	32.6	39.2	45.7	52.2	58.8	65.3	71.8	78.4	84.9	91.4	97.9	104.5	111	117.5	
88	6.7	13.3	20	26.6	33.3	40	46.6	53.3	59.9	66.6	73.3	79.9	86.6	93.2	99.9	106.6	113.2	119.9	
92	6.8	13.6	20.4	27.2	34	40.8	47.6	54.4	61.1	67.9	74.7	81.5	88.3	95.1	101.9	108.7	115.5	122.3	
96	6.9	13.9	20.8	27.7	34.7	41.6	48.5	55.4	62.4	69.3	76.2	83.2	90.1	97	104	110.9	117.8	124.8	
100	7.1	14.1	21.2	28.3	35.4	42.4	49.5	56.6	63.6	70.7	77.8	84.9	91.9	99	106.1	113.1	120.2	127.3	
104	7.2	14.4	21.6	28.9	36.1	43.3	50.5	57.7	64.9	72.1	79.4	86.6	93.8	101	108.2	115.4	122.6	129.8	
108	7.4	14.7	22.1	29.4	36.8	44.2	51.5	58.9	66.2	73.6	81	88.3	95.7	103	110.4	117.7	125.1	132.5	
112	7.5	15	22.5	30	37.5	45	52.6	60.1	67.6	75.1	82.6	90.1	97.6	105.1	112.6	120.1	127.6	135.1	
116	7.7	15.3	23	30.6	38.3	45.9	53.6	61.3	68.9	76.6	84.2	91.9	99.5	107.2	114.9	122.5	130.2	137.8	
120	7.8	15.6	23.4	31.2	39.1	46.9	54.7	62.5	70.3	78.1	85.9	93.7	101.5	109.3	117.2	125	132.8	140.6	
124	8	15.9	23.9	31.9	39.8	47.8	55.8	63.7	71.7	79.6	87.6	95.6	103.5	111.5	119.5	127.4	135.4	143.4	
128	8.1	16.2	24.4	32.5	40.6	48.7	56.9	65	73.1	81.2	89.3	97.3	105.3	113.3	121.3	129.3	137.3	145.3	
132	8.3	16.6	24.8	33.1	41.4	49.7	58	66.2	74.5	82.8	91.1	99.4	107.6	115.9	124.2	132.5	140.8	149	
136	8.4	16.9	25.3	33.8	42.2	50.6	59.1	67.5	76	84.4	92.8	101.3	109.7	118.2	126.6	135	143.5	151.9	
140	8.6	17.2	25.8	34.4	43	51.6	60.2	68.8	77.4	86	94.6	103.2	111.8	120.4	129	137.6	145.2	154.8	
144	8.8	17.5	26.3	35.1	43.8	52.6	61.4	70.1	78.9	87.7	96.4	105.2	114	122.7	131.5	140.3	149	157.8	
148	8.9	17.9	26.8	35.7	44.7	53.6	62.5	71.4	80.4	89.3	98.2	107.2	116.1	125	134	142.9	151.8	160.8	

Si se hace

$$r' = \sqrt{a \times b}$$

satisfacemos la relación (3), concluyendo de ésta forma con una figura de fácil disposición en el campo. El

Cuadro 2 permite obtener radios corregidos dados el porcentaje de pendiente y el área de la parcela circular deseada

Existen otros métodos para obtener correcciones por pendiente (1) Sin embargo, el método descrito

Cuadro 2. Radios ajustados para parcelas circulares.

% PEND.	AREA EN HECTAREAS									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
2	17.8	25.2	30.9	35.7	39.9	43.7	47.2	50.5	53.5	56.4
6	17.9	25.3	30.9	35.7	39.9	43.7	47.2	50.5	53.6	56.5
10	17.9	25.3	31	35.8	40	43.8	47.3	50.6	53.7	56.6
14	17.9	25.4	31.1	35.9	40.1	43.9	47.4	50.7	53.8	56.7
18	18	25.4	31.1	36	40.2	44.1	47.6	50.9	54	56.9
22	18.1	25.5	31.3	36.1	40.4	44.2	47.8	51.1	54.2	57.1
26	18.1	25.6	31.4	36.3	40.6	44.4	48	51.3	54.4	57.3
30	18.2	25.8	31.6	36.5	40.8	44.7	48.2	51.6	54.7	57.6
34	18.3	25.9	31.8	36.7	41	44.9	48.5	51.9	55	58
38	18.5	26.1	32	36.9	41.3	45.2	48.8	52.2	55.4	58.4
42	18.6	26.3	32.2	37.2	41.5	45.5	49.2	52.6	55.7	58.8
46	18.7	26.5	32.4	37.4	41.9	45.9	49.5	52.9	56.2	59.2
50	18.9	26.7	32.7	37.7	42.2	46.2	49.9	53.4	56.6	59.7
54	19	26.9	32.9	38	42.5	46.6	50.3	53.8	57.1	60.1
58	19.2	27.1	33.2	38.4	42.9	47	50.8	54.3	57.5	60.7
62	19.4	27.4	33.5	38.7	43.3	47.4	51.2	54.7	58.1	61.2
66	19.5	27.6	33.8	39.1	43.7	47.8	51.7	55.2	58.6	61.8
70	19.7	27.9	34.1	39.4	44.1	48.3	52.2	55.8	59.1	62.3
74	19.9	28.1	34.5	39.8	44.5	48.7	52.6	56.3	59.7	62.9
78	20.1	28.4	34.8	40.2	44.9	49.2	53.2	56.8	60.3	63.5
82	20.3	28.7	35.1	40.6	45.4	49.7	53.7	57.4	60.9	64.2
86	20.5	29	35.5	41	45.8	50.2	54.2	58	61.5	64.8
90	20.7	29.3	35.8	41.4	46.3	50.7	54.8	58.5	62.1	65.4
94	20.9	29.6	36.2	41.8	46.7	51.2	55.3	59.1	62.7	66.1
98	21.1	29.9	36.6	42.2	47.2	51.7	55.9	59.7	63.3	66.8
102	21.3	30.2	36.9	42.6	47.7	52.2	56.4	60.3	64	67.4
106	21.5	30.5	37.3	43.1	48.2	52.8	57	60.9	64.6	68.1
110	21.8	30.8	37.7	43.5	48.6	53.3	57.6	61.5	65.3	68.8
114	22	31.1	38.1	43.9	49.1	53.8	58.1	62.1	65.9	69.5
118	22.2	31.4	38.4	44.4	49.6	54.4	58.7	62.8	66.6	70.2
122	22.4	31.7	38.8	44.8	50.1	54.9	59.3	63.4	67.2	70.9
126	22.6	32	39.2	45.3	50.6	55.4	59.9	64	67.9	71.6
130	22.8	32.3	39.6	45.7	51.1	56	60.5	64.6	68.5	72.3
134	23.1	32.6	40	46.1	51.6	56.5	61	65.3	69.2	73
138	23.3	32.9	40.3	46.6	52.1	57.1	61.6	65.9	69.9	73.7
142	23.5	33.3	40.7	47	52.6	57.6	62.2	66.5	70.5	74.4
146	23.7	33.6	41.1	47.5	53.1	58.1	62.8	67.1	71.2	75.1
150	24	33.9	41.5	47.9	53.6	58.7	63.4	67.8	71.9	75.8

parece ser el más fácil de implementar en el campo, sin violar las restricciones impuestas por el muestreo estadístico en uso

Resumen

La necesidad de corregir por pendiente cuando se disponen parcelas circulares en el campo, es una tarea importante en inventarios forestales. Se presenta el método tradicional, multiplicación de la distancia horizontal por la secante del ángulo de inclinación, como también dos desventajas que muestra este método. Primero, requiere mucho tiempo en el campo y segundo, introduce una alta posibilidad de errores no aleatorios. Se presenta también un

método alternativo que parece ser más rápido y fácil que el tradicional

10 enero de 1985

E GUTIERREZ-ESPELETA*

* Profesor invitado en la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica

Literatura citada

I LOETSH F, F ZOHRER y K E HALLER
Forest Inventory Vol II pp 321-325 Munich
BLV Verlagsgesellschaft 1973

Reseña de libros

CONICIT Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Catálogo colectivo de publicaciones periódicas existentes en Costa Rica. San José, Costa Rica, CONICIT, 1982. 750 p.

La segunda edición del catálogo colectivo de revistas y otras publicaciones periódicas existentes en Costa Rica, aparece seis años después de la primera. Comprende ahora 76 bibliotecas y unos 15 000 títulos. Habiendo saludado su nacimiento, en 1976, de este catálogo (Cf. Turrialba, vol. 27, p. 140), como una obra útil y como un instrumento para la coordinación de las bibliotecas para atender las necesidades de los usuarios de todo un país, nos sentimos obligados a comentar esta segunda edición.

Además de haberse así iniciado la continuidad de una obra permanente, que presente al usuario información al día sobre las disponibilidades de literatura primaria que necesite examinar, revisar y verificar en el curso de sus investigaciones, este catálogo debe mantener y mejorar los servicios que le ofrece. En este sentido, es una mejora el cambio de las siglas de las bibliotecas. La clave numérica que se usó en la primera edición para identificar la ubicación de las bibliotecas ha sido reemplazada por letras (CA para Cartago, SJ para San José). Estas son más fáciles de recordar y la labor se hace más sencilla. Otra ventaja es que el contenido del catálogo ha sido procesado y actualizado electrónicamente, lo que puede simplificar el trabajo futuro.

La apreciación de un catálogo, o de un diccionario, es como la de un automóvil. Uno se monta en él y se va de paseo. Da algunas vueltas, sube algunas cuestas y prueba varias velocidades. Al final, uno compara este vehículo con aquél que va a reemplazar. Desgraciadamente, en el caso de este catálogo, después de unas horas con él, se notan algunas fallas en su comparación con la primera edición. Veamos esto con algún detalle.

En primer lugar, la tipografía del nuevo volumen no es la que hace feliz al usuario, que pasa horas buscando información, gastando su ya cansada vista. El cambio, de un tipo claro y altamente visible, como el de la primera edición, a uno de "palo seco" (sin patitas), y su subsecuente reducción de tamaño, ha dado lugar a un texto de caracteres impresos a medias, en un tono grisáceo. Desde hace algunos años, especialistas en comunicación han sometido a pruebas

los distintos tipos de imprenta (Cf. Tinker, "Legibility of print" Iowa State Univ. Press, 1963). Les aseguramos a los editores de este catálogo que el tipo, y el método de impresión, escogido por ellos esta vez, siempre ha estado en los últimos lugares en las pruebas realizadas.

En segundo lugar, aparecen en esta edición informaciones incompletas que hacen inútiles algunas entradas. Existen, en ellas, el título de la publicación, el lugar y la fecha en que nació, pero no se indica en qué bibliotecas se encuentra. Un ejemplo es **Science and Culture**, de Calcuta, que en la primera edición se indica que se encuentra en el IICA. Esta información se omite en 1982. Igual ocurre con otras revistas como **Técnica y Agricultura en México**, **Situación Forestal en Colombia** y otras más. En algunos casos, desaparecen por completo títulos que figuraban en la primera edición, como por ejemplo **Science News**, publicada en Inglaterra por Penguin Books. En cambio, se mantiene la revista hermana, de la misma casa editora, **New Biology**.

En tercer lugar, la información sobre los ejemplares existentes en Costa Rica se ha reducido en forma radical, sin ninguna explicación. Se ha omitido, para esta edición, la información sobre las existencias en varias bibliotecas de algunas de las más importantes revistas. Así, **Soil Science**, de Maryland, una de las mejores revistas sobre suelos, figura en la primera edición en tres bibliotecas de Costa Rica; en la segunda edición aparece sólo la Universidad de Costa Rica. Esto, a pesar de que la biblioteca Orton, en Turrialba, tiene completa esta publicación de 1926 a 1977 y que sigue, con unos pocos claros, hasta 1980, es decir, la colección más completa de esta revista en Costa Rica. La biblioteca Orton también desaparece en títulos tan importantes como **Science**, **Scientific American**, **Science Journal**, **World Crops**, **Bragantia** y **Tropical Agriculture** (estas dos últimas completas desde el primer número). Por su parte la Universidad de Costa Rica desaparece también como poseedora de una de las revistas más importantes en el mundo científico, **Nature**, de Londres.

Esto es muy confuso. Estos ejemplares no pueden haber desaparecido en ausencia de una catástrofe en todo el país. No es posible que se trate de fallas de la computadora en recuperar la información almacenada en ella, porque estas omisiones son muy visibles por la importancia de sus títulos. Es lo que cualquiera que conozca estas publicaciones nota enseguida, y esto lo debieron notar los responsables de la revisión de pruebas. Podría haber ocurrido que se haya pensado economizar páginas, eliminando, para revistas muy difundidas, algunas bibliotecas. Esto también es poco pro-

bable, porque los posibles responsables por esta decisión no pueden ignorar que el objeto de incluir todas las existencias de publicaciones periódicas, es ubicar los ejemplares que falten en algunas de ellas y pedir las en préstamo o en fotocopia del artículo que se desea consultar. Pero, hay un indicio significativo. En la tarjeta bibliográfica modelo que se reproduce en la página 4, se indica que la obra consta de dos volúmenes. Esto, que no se ha corregido en la obra final, puede indicar que hubo un cambio de planes durante la gestación... y que se decidió hacer algunos cortes.

Lo que sabemos muy bien los usuarios es que hay ejemplares de publicaciones científicas que adquieren gran importancia histórica y que, al despertar ciertas codicias, tienden a desaparecer de las colecciones. Uno de los casos más conocidos es el ejemplar de *Nature*, en el que apareció el trabajo de Watson y Crick sobre la doble hélice del DNA. Otro, que vivió algo cerca, es el *Yearbook of Agriculture* (USDA) de 1938, titulado "Soils and Men", fruto de la reforma que hizo Henry Wallace, en 1936, del Informe Anual del Departamento de Agricultura. Los dos primeros años estuvieron dedicados a la genética, y en 1938 se reunieron todos los conocimientos recientes sobre suelos agrícolas. Pronto, el mundo científico se dio cuenta de que era la mejor obra sobre suelos que había en ese momento... y el volumen comenzó a desaparecer de las bibliotecas. En el mercado de libros usados se pagaba 50 dólares por ejemplar. Al enterarme de esto, conversé con Amalia Caveró, esa admirable bibliotecaria que convirtiera su biblioteca agrícola, en La Molina, Perú, en una de las mejores en América Latina. Ella decidió entonces poner este valioso volumen bajo llave en un mueble al que llamaba su armario de "incunables", a prestarse sólo en condiciones muy estrictas. El resultado lo he comprobado después. En los catálogos colectivos de Costa Rica, en las dos ediciones, se puede notar que el *Yearbook* de 1938 no lo posee ninguna de las tres bibliotecas que tienen estos anuarios. Poco antes de venir a Costa Rica, en 1960, pude comprobar que el volumen lo tenía Amalia todavía bajo llave, aunque ya no constituía un libro único, pues los conocimientos que albergaba ya existían en libros posteriores y la misma ciencia del suelo había avanzado mucho más.

Un cuarto y último punto. Parece que la memoria de la computadora padece de un ligero caso de falta

de ortografía. Esto lo esperaba, en cierto modo, al leer, en la guía para utilizar el catálogo, p. 9, que había notas especiales sobre "absorciones". Este vocablo es peligroso en nuestro idioma, sobre todo en su forma de verbo. Así, encontramos que el *Economic Journal*, la revista de Keynes, "absorbió" *Economic Industry*; *Natural History* "absorbió" *Nature Magazine*; *Woods and Woods Products* "absorbió" *Veneers and Plywood*, y otros ejemplos más. También hay otros casos en que la computadora escribe correctamente "absorbió" (del verbo absorber). Esto quiere decir que la computadora no ha tomado una decisión al respecto, y que conviene guiarla hacia la corrección. Conviene anotar que en la primera edición se evitó la peligrosa "absorción" y se utilizó la inocua "inclusión".

En resumen, esta nueva edición del Catálogo Colectivo no ha respondido plenamente a las necesidades del usuario. La inferior legibilidad y la omisión completa o parcial de colecciones de publicaciones que los usuarios saben que existen en el país, no va a ganar muchas simpatías para esta obra. Sugerimos que, desde ahora, se comiencen a hacer las correcciones en la memoria de la computadora para que las fallas no se presenten en la próxima edición. Sugerimos que se incluyan en el futuro otras bibliotecas, como las de la Universidad Autónoma de Centroamérica (UACA) y la Escuela Centroamericana de Ganadería (en Atenas), las que no figuran en la obra que comentamos. Esto puede deberse a que sus colecciones estaban recién formándose, pero ya se puede, ahora, establecer contacto con ellas. Sugerimos también que no se descuide el trabajo de edición de la obra, que es importante para que el producto final no menoscabe el trabajo previo de recopilación y codificación de los datos. Por último, sugerimos que no se diluya entre muchas personas la responsabilidad por la obra. El éxito de la primera edición, como lo señalamos al comentar su aparición, se debió a que se encargó expresamente a Efraím Rojas y a Nelly Kopper, la dirección y responsabilidad de la obra, y a que estos distinguidos profesionales asumieran con entusiasmo la tarea, sin descuidar ninguna de las etapas, desde el planeamiento hasta la impresión del libro.

ADALBERTO GORBITZ
EDITOR EMÉRITO, IICA
APARTADO 281
GUADALUPE, COSTA RICA