

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 27

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1977

NUMERO 2

CODEN: TURRAB 27(2)115-212

<i>Estudio estructural de la epidermis foliar de Phaseolus vulgaris L (en español)</i> , Eugenia M. Flores, Ana M. Espinoza, Y. Kozuka	117
<i>Comportamiento sexual del barrenado de los brotes de la caoba, Hypsipyla grandella (Zeller) (Lep. Pyralidae), (en inglés)</i> , E.H. Holsten, R. I. Gara	125
<i>Dalbergia cubilquitzensis (D. Smith), Pittier, una nueva especie forestal para los trópicos (en español)</i> , C. Santander, W. Albertin	129
<i>Plantio mecanizado de estacas de yuca (Manihot esculenta Crantz) en turbas ligeras y limos orgánicos de Guyana (en inglés)</i> , A. H. Wahab, P. F. Robinson, I. Hassan	137
<i>Defoliación artificial para estimar pérdidas por daños foliares en frijol (Phaseolus vulgaris L.) (en español)</i> , G. E. Gálvez, J.J. Galindo, G. Alvarez	143
<i>Evaluación de la harina de raíz de yuca como fuente energética para pollos de carne (en inglés)</i> A. C. Christensen, A. D. Knight, G. F. Rauscher	147
<i>Epidemiología de algunas enfermedades foliares de la yuca en diferentes sistemas de cultivo II. Roya y muerte descendente (en español)</i> , J. F. Larios, R. A. Moreno M.	151
<i>Predicción del consumo de pastos en base a fracciones químicas y parámetros de digestión (en español)</i> , D. Pezo, K. Vohnout, C. León Velarde, A. Camargo	157
<i>Alteraciones producidas en el maracuyá (Passiflora edulis Sims) por deficiencias de manganeso, hierro, boro y zinc (en español)</i> , A. Morales A., I. E. Müller	163
<i>Contenidos de clorofila y carotenoides de plántulas de Pinus caribaea y sus inferencias sobre adaptabilidad (en inglés)</i> , C. R. Venator, C. D. Howes, L. Telek	169
<i>El espectro de las tribus de gramíneas de los Llanos venezolanos (en español)</i> , Patricio Montaldo	175
<i>Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos (en español)</i> , R. Jarquín, R. A. Gómez-Brenes, L. Berducido, R. Bressani	179
<i>Estudios sobre tamaño de parcela para experimentos de mejoramiento de café (en portugués)</i> , H. Vaz de Arruda, L. C. Mónaco	187
<i>Variación y correlaciones de algunos caracteres de la mazorca y almendra del cacao (Theobroma cacao L.) con referencia a los efectos parentales sobre la formación del fruto y el número de almendros (en inglés)</i> , A. B. Eskes, M. A. Beck, H. Tuxopeus	193
<i>Comunicaciones:</i>	
<i>Respiración en los embriones maduros de café (en inglés)</i> , G. Sudhakara Rao, D. Venkataramanan, K. N. Rao	199
<i>Algunas consideraciones sobre la producción de semilla híbrida de sorgo en Nicaragua (en inglés)</i> , D. C. Sharma	202
<i>Algunos datos biológicos sobre una especie de Anadasmus (Lepidoptera, Stenonomatidae) asociada con el aguacate, Persea americana, en Brasil (en español)</i> , V. O. Becker	203
<i>Notas y Comentarios</i>	124, 128, 136, 141, 142, 146, 150, 162, 174, 178
<i>Reseñas de Libros</i>	185, 186, 192, 198, 197



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

Estudio ultraestructural de la epidermis foliar de *Phaseolus vulgaris* L.^{*1/} ——— EUGENIA M. FLORES**, ANA M. ESPINOZA***, Y. KOZUKA****

ABSTRACT

The epidermal cells of Phaseolus vulgaris L. were studied by means of a Scanning Electron Microscope and the following results were obtained. The abaxial (lower) leaf epidermis showed greater variety of trichomes than the adaxial (upper) surface. The leaf is amphistomatic and has abundant stomata, the ostioles are small and become reduced towards the stomatic chamber. Stomata are of the paracytic type. Small round structures showing a pore are found in the areolar epidermis; a possible glandular function could be associated with them. The venation is semicraspedodromous. Veins are pubescent abaxially and the areoles are of irregular, sometimes polygonal shape. The cuticle is mostly striated especially in the adaxial surface.

Introducción

El frijol común es una de las primeras especies cultivadas por los americanos; como tal, aparece ya en los horizontes del período preagrícola mexicano de hace unos 7.000 años (7).

Los estudios de Dornier (2), Hayward (6), León (7) y Metcalfe y Chalk (8) condensan la información básica que existe respecto a la estructura foliar de *Phaseolus vulgaris*. Su condición de producto primario en la dieta del latinoamericano contribuyó a que la mayoría de las investigaciones previas (6, 7) enfatizen la morfología de los órganos reproductivos, así como de las raíces y sus nódulos bacterianos. En el presente trabajo se investiga y complementa la información referente a la morfología foliar que brindó el microscopio de disección o el de luz, empleando para ello un microscopio electrónico de rastreo.

Materiales y métodos

Las plantas de frijol común empleadas en esta investigación se colectaron en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, y en los invernaderos de la Escuela de Fitotecnia, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, durante los meses de setiembre a diciembre de 1976 y enero y febrero de 1977.

Se fijó el material en glutaraldehído al 4 por ciento, en un amortiguador de cacodilato de sodio y HCl 0,05 M, pH 7,0 durante 12 horas a 23°C. Después de fijado el material se deshidrató mediante series de etanol y se transfirió a una solución 1:1 de acetato de amilo y etanol absoluto y luego a acetato de amilo puro. El material se sometió a ultrasonido durante 2 ó 3 segundos empleando un aparato Sharp VT-52 para eliminar las impurezas de la superficie foliar. Las secciones se llevaron hasta el punto de secado crítico con CO₂ en una secadora Hitachi HCP-1. Se montaron los cortes en soportes de aluminio empleando una cinta de doble superficie adhesiva y pintura conductora de plata. El material se colocó en un cobertor iónico EIKO modelo IB-3, donde se cubrió con una película de oro. Luego se observó el material en un microscopio electrónico de rastreo Hitachi HHS-2R. Las fotografías se tomaron empleando película Verichrome Pan Kodak VP120.

* Recibido para su publicación el 11 de marzo de 1977.

^{1/} Esta investigación se llevó a cabo en el Centro de Virología y Fisiología Celular y la Unidad de Microscopía Electrónica de la Universidad de Costa Rica.

** Centro de Virología y Fisiología Celular y Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

*** Centro de Virología y Fisiología Celular y Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

**** Unidad de Microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Resultados

Observaciones generales

Phaseolus vulgaris L es una planta exalbuminosa, de cotiledones grandes, carnosos y de ligero color verde. Los protofilos arriba de los cotiledones son opuestos, simples, acorazonados, de base auriculada, lámina simétrica, margen entero, ápice agudo y venación semicraspedódroma (según el sistema de Dilcher) (2); el pecíolo es pulvinado y estipulado. Los metafilos son alternos y trifoliados y el pecíolo presenta estípulas persistentes y estriadas. La base es gruesa y pulvinada. El folíolo central es obovado y simétrico, de margen entero, ápice agudo y base redonda; los folíolos laterales son asimétricos, de ápice agudo, base redonda y peciolulos estipelados. La venación de los folíolos es reticulada y semicraspedódroma al igual que en los protofilos. Las areolas son irregulares, a veces poligonales y de venillas ramificadas. En los folíolos laterales las venas secundarias son más pronunciadas en el lado externo de la lámina opuesto al folíolo central. La vena media de los protofilos y los folíolos en los metafilos se proyecta abaxialmente, igual que las venas terciarias y menores.

Superficie adaxial (haz) de la lámina

La lámina de los protofilos y los folíolos de los metafilos se divide en numerosas aréolas, irregulares o poligonales, debido al fino retículo formado por las venas menores (Fig 1). El arreglo y forma de las células epidérmicas es diferente en aréolas y nervadura. La epidermis que se localiza sobre las venas está constituida por células rectangulares largas, de paredes lisas (Fig 2 y 4). En los puntos de ramificación de las venas menores se localizan tricomas uniseriados largos, formados por una célula basal pequeña (Fig 3) y una célula distal larga de aproximadamente 680 a 690 μm de longitud (Fig 1). A lo largo de las venas alternan dos tipos de tricoma de menor talla (Fig 2). El primer tipo es agudo, ganchudo y de base ensanchada (Figs 2 y 4); mide de 150 a 160 μm . El otro tipo de tricomas es multicelular, de extremo distal ensanchado, glandular y su talla oscila entre 60 y 70 μm (Figs 2, 4 y 5). Este último tipo de tricoma descrito corresponde al "club shaped type" reportado por Metcalfe y Chalk (8) en Phaseoleae; a su alrededor es frecuente encontrar depósitos irregulares aparentemente de cutícula y otras sustancias, que en algunos casos producen el efecto de que el tricoma se encuentra hundido.

Las células epidérmicas de las aréolas son de forma irregular y paredes profundamente onduladas, observándose que la pared anticlinal externa de las mismas se encuentra cubierta de una gruesa cutícula estriada (Figs. 6 y 7). El único tipo de tricoma observado en la epidermis de las aréolas es uniseriado y ganchudo (Figs. 1, 2, y 8) que alcanza una longitud de 90 a 100 μm . Se observaron pocos estomas en la superficie adaxial de la lámina foliar, pero con frecuencia se en-

contraron pequeñas estructuras redondas en la epidermis areolar (Figs 6 y 7) que en ciertos casos mostraron un poro abierto (Fig. 17). Los estomas son del tipo paracítico (Figs 2 y 3).

Superficie abaxial (envés) de la lámina

La vena media se proyecta profundamente hacia el envés adquiriendo una forma protuberante (Fig. 9) al igual que las venas laterales secundarias, terciarias y menores que se ramifican a partir de la mayor (Figs 9 y 10). Las células epidérmicas que cubren las venas son de menor tamaño que las observadas en el haz y tienden a adoptar una forma rectangular. En las zonas en que se originan las venas laterales (secundarias), es frecuente observar una profusa agrupación de tricomas ganchudos de 150 a 160 μm de longitud (Fig. 10); algunos tricomas de este mismo tipo son observables sobre la vena media, pero en general, ésta es casi glabra (Fig. 9). Las venas menores son pubescentes y exhiben tres tipos de tricomas (Fig. 11). El primer tipo es similar al tricoma uniseriado largo que se observó en el haz (Figs 1 y 11). Su tamaño oscila entre 800 y 900 μm . En la base de estos tricomas se localiza un anillo de pequeñas células (Fig. 12) que soporta la larga célula distal. La segunda clase de tricoma encontrado es del tipo ganchudo unicelular y su talla es aproximadamente de 90 a 100 μm (Fig. 13); el tercero y último tipo corresponde al tricoma multiseriado glandular ya encontrado en la superficie adaxial (Fig. 5) y de talla semejante al mismo.

En las aréolas las células epidérmicas muestran la misma forma de las epidérmicas areolares adaxiales (Figs. 6 y 7). Los estomas se encuentran restringidos a las aréolas en la superficie abaxial y son del tipo paracítico o rubiáceo, con un par de células subsidiarias paralelas al ostiolo (Figs 14 y 15); éstas son de forma irregular y se encuentran cubiertas por una cutícula muy estriada (Fig. 15). El ostiolo mide de 20 a 22 μm de longitud, es angosto y se reduce hacia el interior de la cámara subestomática. Los bordes estomáticos, internos y externos del ostiolo, son ornados y se encuentran cubiertos por una deposición de cutícula. En la vecindad de las venas y cerca del margen de la lámina foliar, los estomas presentan diferente forma y el ostiolo se encuentra prácticamente cerrado (Fig. 16). El número de estomas en las aréolas de hojas maduras es de 300 a 320 por mm^2 . En las aréolas se observa un tipo de tricoma bicelular de base dilatada (Fig. 17) cuya longitud oscila entre 60 y 70 μm . Las estructuras redondas no identificadas, que con frecuencia muestran un poro (Fig. 17), fueron identificadas también en el envés.

El borde de la lámina en la superficie abaxial muestra células epidérmicas alargadas y tricomas largos de 1,2 a 1,3 mm de longitud (Fig. 18).

Discusión

La superficie adaxial es menos pilosa que el envés y exhibe menor variedad de tricomas. Es interesante el tricoma de tipo ganchudo, abundante abaxialmente,

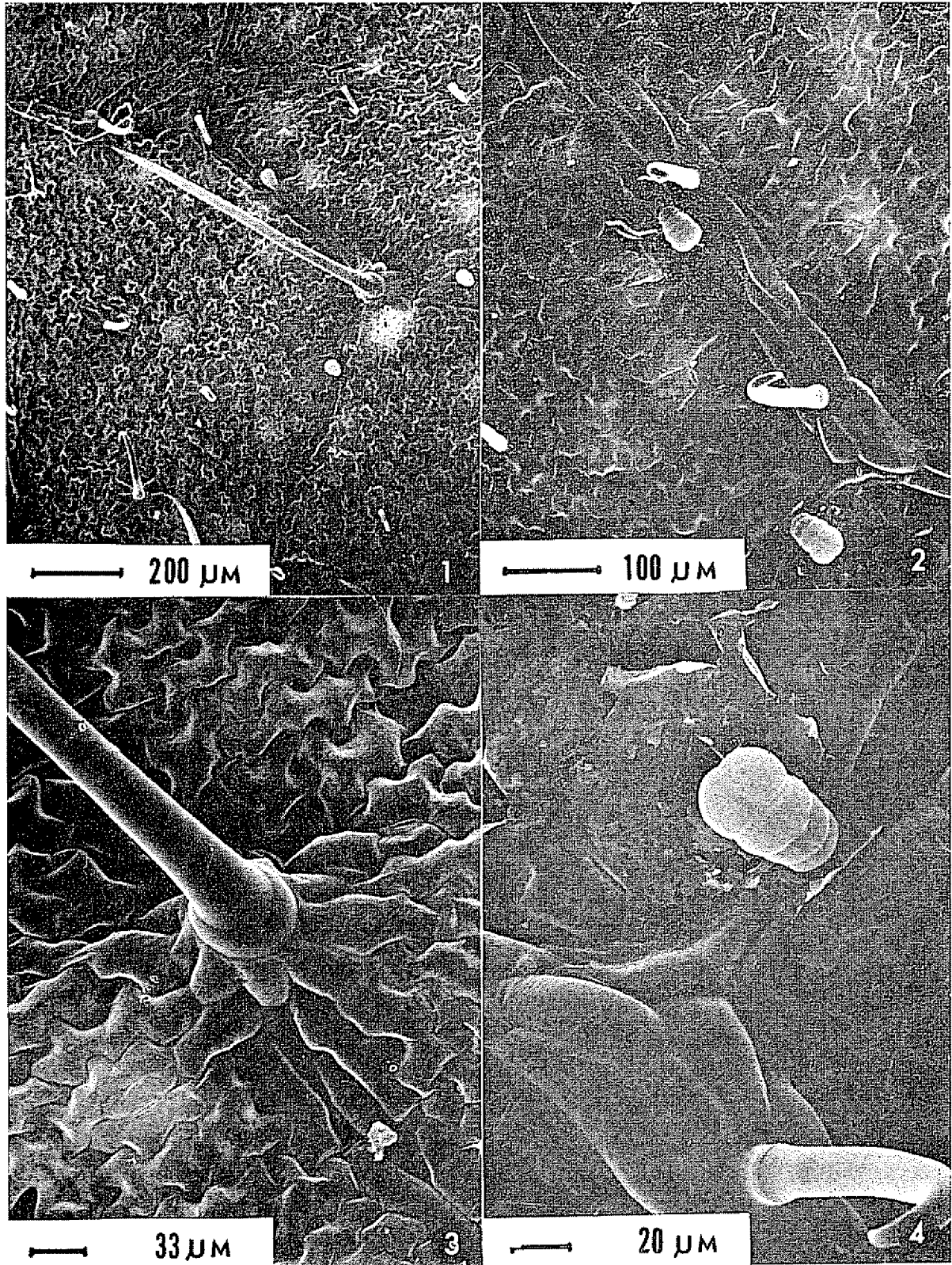


Fig 1—Vista adaxial de la lámina foliar en la que se observa el patrón reticulado formado por la venación

Fig 2—Células epidérmicas rectangulares que se localizan sobre las venas en la base.

Fig 3—Tricoma largo característico del punto de conexión de las venas

Fig 4—Tricomas glandular y glandular que aparecen a lo largo de la vena menor

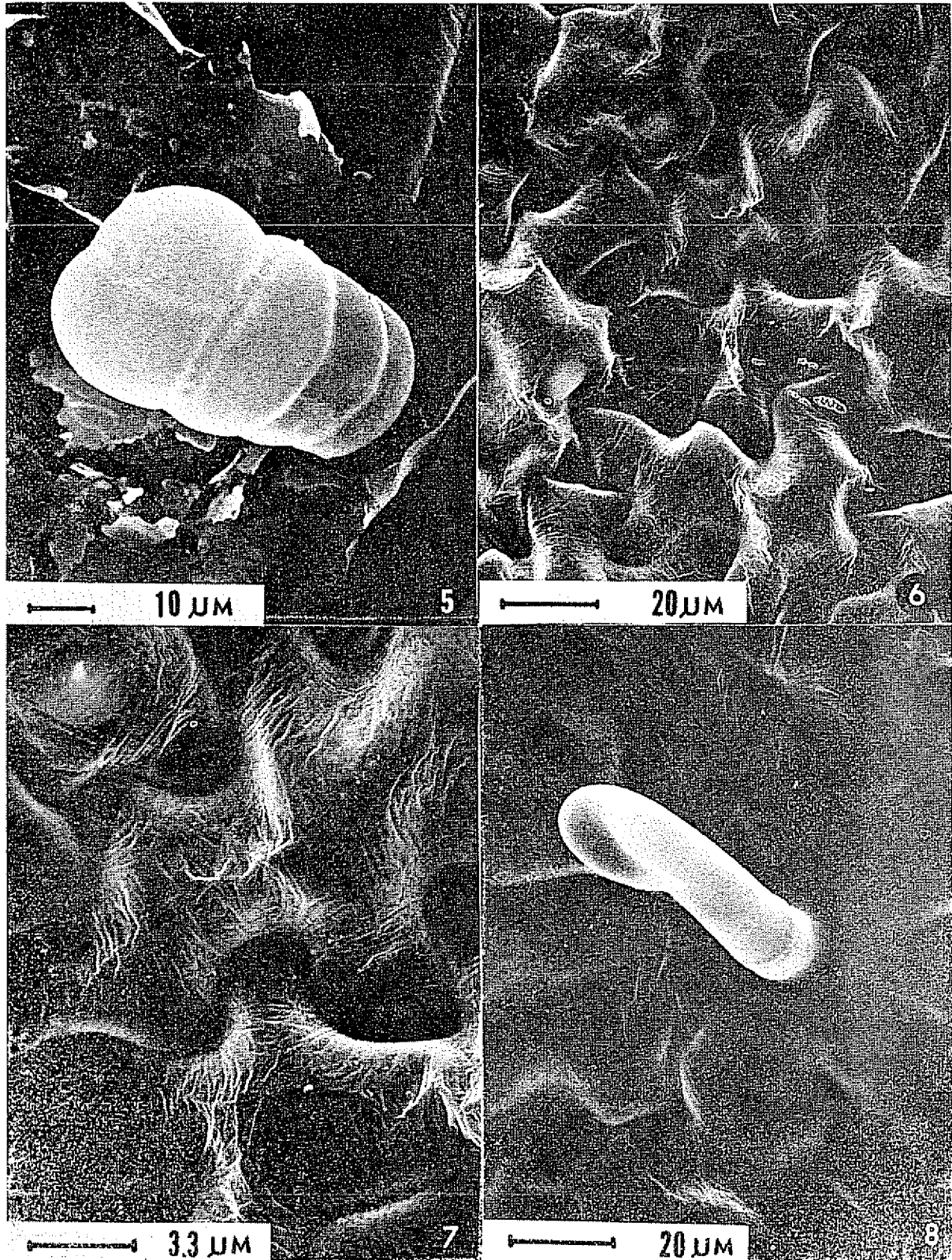


Fig 5 —Detalle del pelo glandular multicelular que se localiza sobre las venas de la haz

Fig 6 —Células epidérmicas de forma ondulada características de las aréolas o isletas en la superficie adaxial

Fig 7 —Estrías cuticulares de la epidermis areolar en la superficie adaxial

Fig 8 —Tricoma uniseriado y curvado que se encuentra en la epidermis areolar adaxial

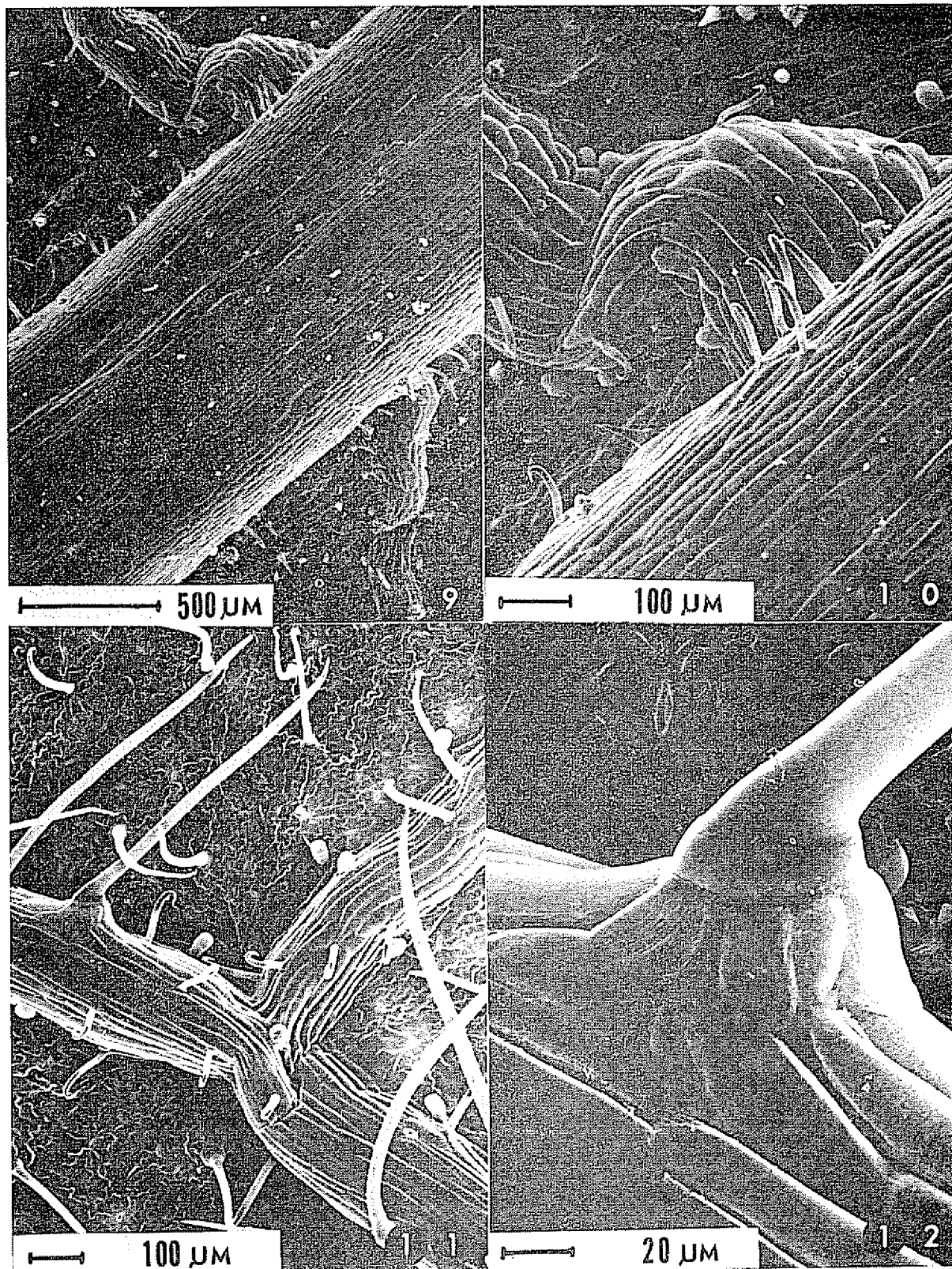


Fig 9—Vena media de la lámina que muestra las ramificaciones laterales de la misma en la superficie abaxial

Fig 10—Proliferación de tricomas ganchedos en las zonas de ramificación de las venas laterales del envés

Fig 11—Ramificación de las venas menores, las cuales muestran variedad de tipos de tricomas en la superficie abaxial

Fig 12—Tricoma uniseriado largo, constituido por una célula distal aguda y un anillo de células pequeñas en la base, tal y como se observa en el envés.

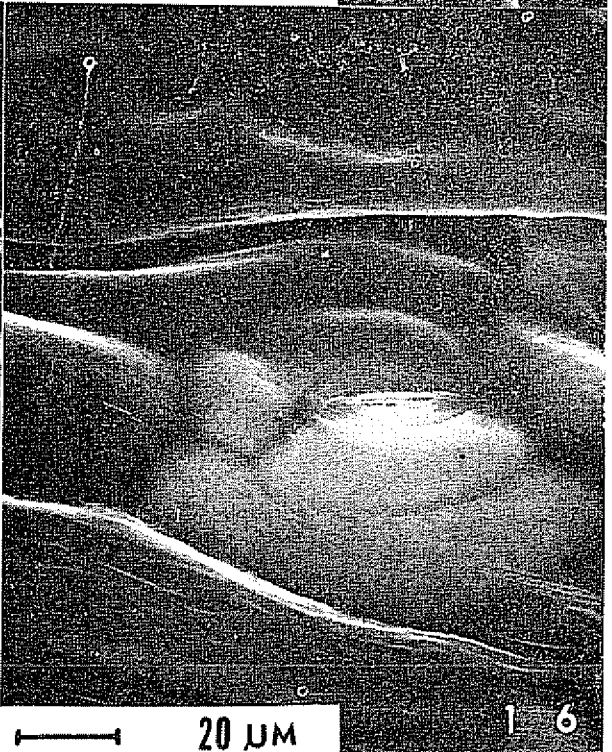
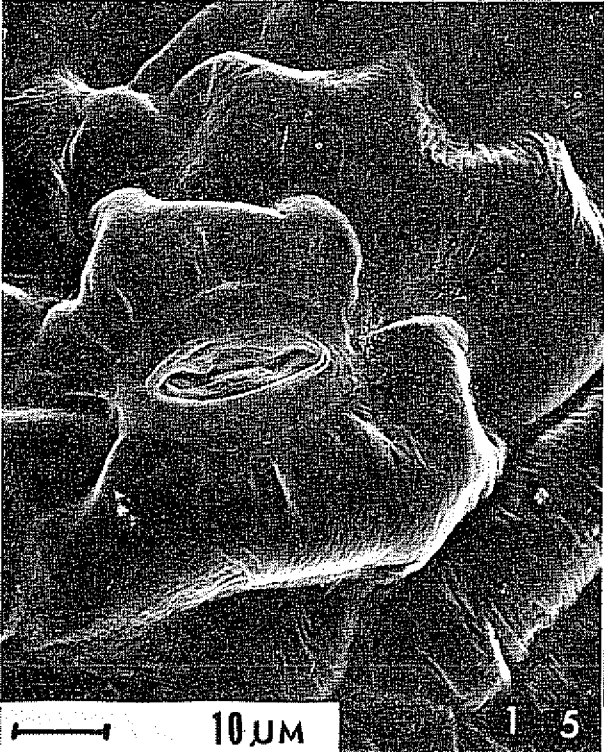
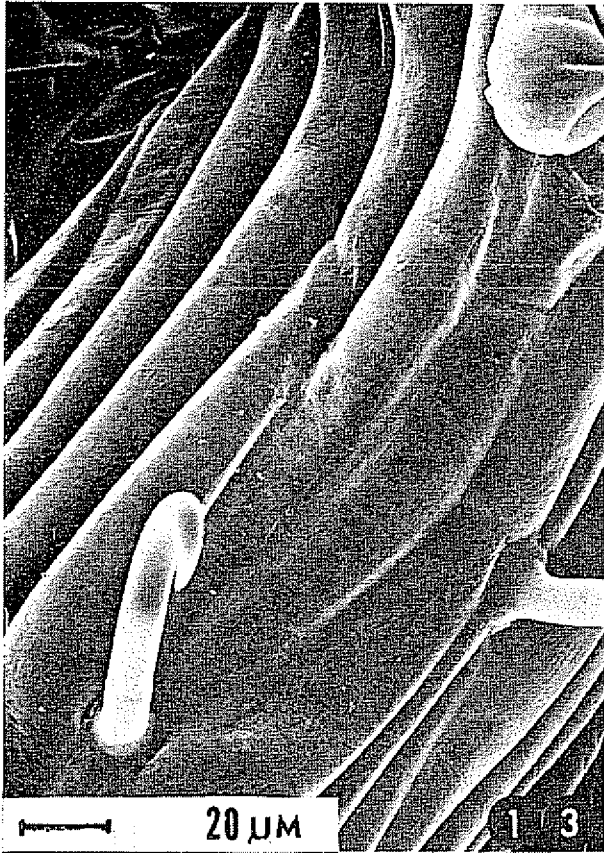


Fig. 13.—Vista de las venas y los tricomas abaxialmente

Fig. 14.—Distribución de estomas en las aréolas del envés.

Fig. 15.—Estoma de tipo paracítico localizado en el envés, mostrando la reducción del ostiolo hacia el interior de la cavidad estomática

Fig. 16.—Estoma característico del margen foliar y la vecindad de las venas en el envés

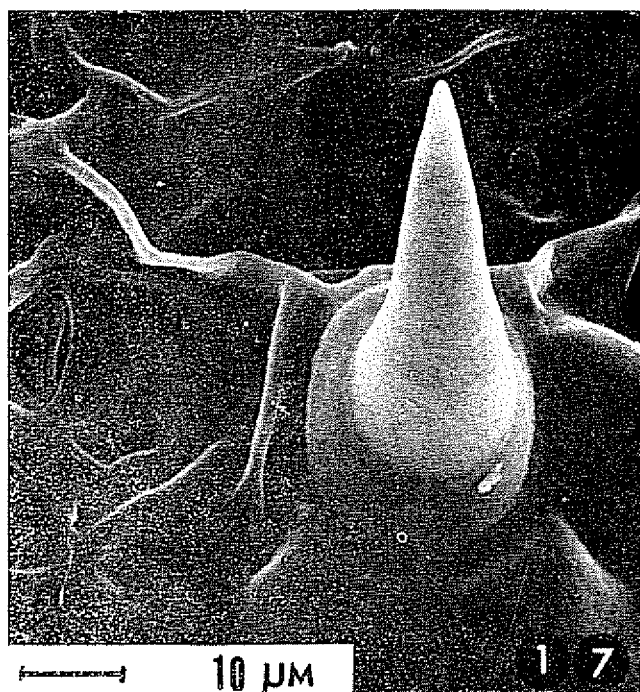


Fig. 17.—Tricoma bicelular de base dilatada presente en las aréolas del envés. A la derecha se observa una de las pequeñas estructuras redondas que rodean el poro.

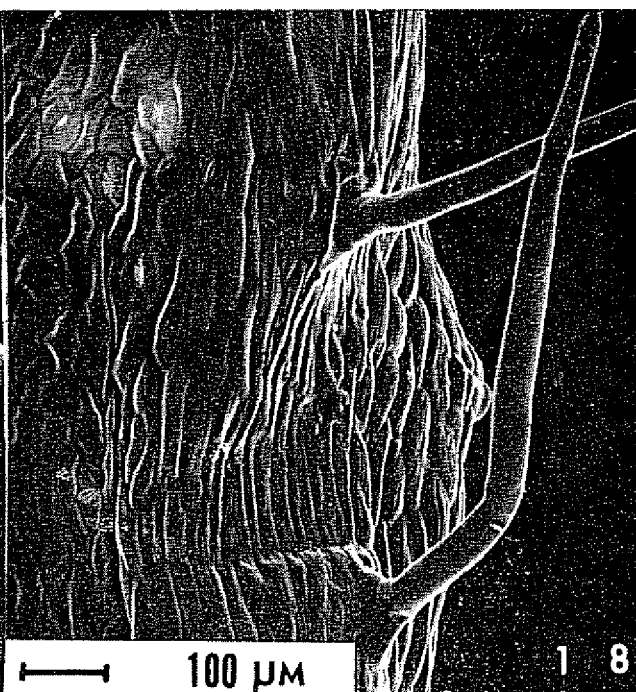


Fig. 18.—Borde de la lámina que muestra los tricomas largos y las células epidérmicas alargadas.

al que se ha relacionado con funciones de defensa y protección, cuando la planta sufre el ataque de *Empoasca* sp. (10).

La hoja es anfiestomática y el tipo de estoma paracítico es constante en la hoja, excepto en las zonas anexas al borde foliar y las venas, en que se observa el tipo modificado descrito. El ostiolo de los estomas es pequeño si se compara su tamaño con el de otras plantas (5, 6) y su número es extremadamente alto. Con frecuencia ostiolos pequeños han sido relacionados con tasas de transpiración superiores a las de ostiolos grandes (1). Lo mismo sucede con el alto número de estomas (5).

Metcalfe y Chalk (8) describieron células mucilaginosas en la epidermis foliar de Phaseoleae; externamente no se observaron células que revelaran una posible función glandular en *Phaseolus vulgaris*, aunque las pequeñas estructuras redondas observadas abaxial y abaxialmente podrían efectuar una función secretora.

El desarrollo irregular de las láminas de los folíolos laterales en los metafílos revelan un crecimiento ontogénico diferencial; lo mismo puede decirse de la reducción de la nervadura en el lado interno de los folíolos vecinos al folíolo central.

La cutícula muestra bastante estriación; Pieniazek (9) no encontró relación entre el grosor cuticular de la epidermis en las plantas y la transpiración, pero observó que las superficies cuticulares burdas o estriadas aumentan la transpiración cuticular. Este tipo de cutícula, unido a la cantidad de estomas en el envés, permi-

te suponer que la transpiración es alta abaxialmente. También determina que la aplicación de sustancias vía hoja será más exitosa si se aplican en el envés.

Agradecimiento

Esta investigación fue realizada en la Unidad de Microscopía Electrónica de la Universidad de Costa Rica, establecida con el apoyo de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) del Gobierno del Japón y financiada por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y parte de los fondos otorgados por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica para el proyecto "Transmisión de virus en plantas por insectos cí-somélidos".

Literatura citada

1. BROWN, H. T. y ESCOMBE, F. Static diffusion of gases and liquids in relation to the assimilation of carbon and translocation of plants. *Philosophic Transactions of the Royal Society of London, Series B* 193: 223-228. 1900.
2. DILCHER, D. L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *The Botanical Review* 30 (1): 1-157. 1974.
3. DORMER, K. J. Vegetative morphology as a guide to the classification of the Papilionatae. *New Phytology* 15: 145-161. 1946.

4. FLORES, EUGENIA M. Algunos aspectos de anatomía foliar comparada de dos especies de Bromeliaceae (*Aechmea mexicana* Baker y *Hechtia glomerata* Zucc.). Revista de Biología Tropical 23 (1): 29-52 1975.
5. ———, ESPINOZA, ANA M. y KOZUKA, Y. Observaciones sobre la epidermis foliar de *Zest mays* L. al microscopio electrónico de rastreo. Revista de Biología Tropical 25(1):123-135 1977.
6. HAYWARD, H. E. The structure of economic plants. New York, Macmillan, 1938. 674 p.
7. LEON, J. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1968. 487 p.
8. METCALFE, C. R. y CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons. Oxford, Clarendon Press 1950. 1500 p.
9. PIENIAZAEK, S. A. Physical characters of the skin in relation to apple fruit transpiration. Plant Physiology 19:529-536 1944.
10. TINGLEY, W. M. y PILLEMER, E. A. Leafhopper resistance of dry bean cultivars. New York's Food and Life Sciences Quarterly 9 (3): 3-5 1976.

Notas y Comentarios

Medalla Agrícola Interamericana de 1977

Humberto Gandarillas, el distinguido investigador boliviano, fue condecorado con la Medalla Agrícola Interamericana 1977, como reconocimiento público internacional a su destacada obra realizada en su vida profesional consagrada a la investigación y a la enseñanza agrícola. La distinción le fue otorgada por el Comité Técnico Consultivo del IICA, en su reunión anual realizada en mayo de 1977 en Santo Domingo, República Dominicana.

El Ingeniero Agrónomo Humberto Gandarillas Santa Cruz, nacido en Cochabamba, realizó estudios en las Universidades de Chile y Minnesota. Trabajó en su país en investigación y enseñanza, modernizando la enseñanza de agricultura en la Universidad de Cochabamba y fundando varias estaciones experimentales, la más importante de las cuales fue la de Patacamaya, dedicada a la ganadería del altiplano. Sus investigaciones sobre la quinua (*Chenopodium quinoa*) constituyen una importante contribución al conocimiento de la genética y la citología de este grano andino.

También publicó investigaciones sobre genética de los camélidos sudamericanos y la papa andina. En esta labor ha contribuido a la formación de generaciones de ingenieros agrónomos, que fueron alumnos y colaboradores suyos en muchas de estas investigaciones.

Turrialba, a la que el Ingeniero Gandarillas distinguió con la publicación de varias de sus contribuciones originales sobre la quinua y papa, se complace en expresar su satisfacción por tan merecido galardón y extender su felicitación al esforzado científico boliviano.

Otros Premios Interamericanos de 1977

Además de la Medalla Agrícola Interamericana, de la que nos ocupamos en otra parte de este número, el Consejo Técnico Consultivo del IICA, en su reunión anual realizada en Santo Domingo, República Dominicana, en mayo de 1977, acordó los siguientes premios adicionales:

- 1) Premio de Desarrollo Agrícola Interamericano 1977, al Arquitecto Pablo Hary, argentino, por su labor en organizar movimientos rurales en pro del desarrollo rural regional.
- 2) Premio Agrícola Interamericano para Profesionales Jóvenes:
 - a) Zona Andina, al Economista Douglas Jatem, de Venezuela;
 - b) Zona de las Antillas, al Agrónomo Gerard Nozine, de Haití;
 - c) Zona Norte, al Ingeniero Agrónomo Carlos Arjona, de Guatemala; y
 - d) Zona Sur, al Ingeniero Agrónomo Claudio Cafati, de Chile.

Solución natural a la escasez de caucho

La demanda por caucho natural es probable que aumente en una tasa anual de 5,9 por ciento entre 1980 y 1985, sobrepasando con exceso el incremento previsto de la oferta de 3,8 por ciento anual. Las gomas elásticas sintéticas no pueden alcanzar la combinación de elasticidad, rebote, glutinosidad y resistencia al calentamiento que posee el caucho natural. Las llantas de los aviones están hechas casi completamente con caucho natural, dice Peter Gwyne en un reciente comentario en *New Scientist* (vol 74, p. 7), mientras que las cada vez más populares llantas radiales para automóviles utilizaron el doble de caucho que las llantas de pliegos cruzados. El problema se complica cuando se tiene en cuenta que las principales materias primas de la polimerización previa a la síntesis de las gomas sintéticas son productos del craqueo del petróleo (el butadieno, por ejemplo). Estados Unidos importa todo el caucho natural que necesita, unas 700 mil toneladas al año.

En la primera semana de abril de 1977, un comité de la National Academy of Sciences señaló una posible solución, el desarrollo de la planta guayule (*Parthenium argentatum* Gray, Compositae), un arbusto de medio metro de altura, gris verde, que crece en las condiciones semiáridas del sudoeste de Estados Unidos y norte de México. Sus raíces, ramas y tallos contienen hasta 26 por ciento de un caucho que es casi idéntico al obtenido de los árboles de *Hevea*.

La industria norteamericana usó el caucho de guayule extensivamente en los primeros años de este siglo, hasta que la superexplotación devastó los arbustos. Después, en 1942, cuando los japoneses ocuparon el sudeste de Asia, el gobierno de Estados Unidos lanzó un proyecto para domesticar y mejorar los rendimientos del guayule, pero fue abandonado al finalizar la guerra. Más recientemente el gobierno mexicano se ha interesado en el guayule. Se completó una planta piloto en marzo de 1976 que procesa una tonelada de arbustos silvestres por día. Produce caucho de guayule de calidad mucho más alta que la extraída anteriormente, y las llantas hechas con este producto se están sometiendo ahora a pruebas de resistencia.

Los expertos de la National Academy of Sciences, encabezados por Reed C. Rollins, de la Universidad de Harvard, han recomendado que Estados Unidos una sus esfuerzos a los del gobierno de México en un programa de investigaciones y desarrollo del guayule, y que se tomen los primeros pasos hacia la comercialización del arbusto iniciándose programas de mejoramiento genético y plantaciones experimentales, como se han hecho en años pasados en Australia, Israel y España.

Como un eco el informe publicado en abril, se ha propuesto la legislación en ambas cámaras del congreso para reservar 60 millones de dólares para un esfuerzo de cinco años para desarrollar la producción de caucho natural en Estados Unidos. El informe de la NAC se puede obtener gratuitamente de: BOSAIID, National Academy of Sciences, National Research Council, 2101 Constitution Avenue, Washington, D. C. 20418. El título es "Guayule: rubber producing desert shrub" (Publ. N° 22).

Mating behavior of the mahogany shootborer, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae)*1' — E H HOLSTEN, R I GARA**

COMPENDIO

Investigaciones de laboratorio con adultos de H. grandella señalan que cada hembra produce 320 huevos en 5.6 días de oviposición. La hembra apareada no absorbe la espermatófona del macho. Los machos del barienador aparecen una sola vez por noche pero pueden volver a aparear en la noche siguiente. Las hembras, por el otro lado aparecen una sola vez, después del cual dejan la posición de llamada.

Introduction

THE mahogany shootborer, *Hypsipyla grandella* (Zeller), is a devastating insect pest of Spanish cedar (*Cedrela* spp.) and mahogany (*Swietenia* spp.) plantation in the American tropics. Most plantation efforts in the last 90 years have been abandoned due to repeated shootborer attack (3). Damage occurs as larvae bore into stems and terminal shoots of young plants and as a result, height growth is interrupted and tree form drastically altered. After continual attack, tree stems are so distorted that their prospect of growing into timber-size trees with merchantable logs is minimal.

Biological and behavioral studies of the shootborer were done by Ramírez (12) and Roovers (14), host selection studies by Grijpma and Gara (5) and Gara *et al.* (4); and observations on adult behavior and pheromone production by Sliwa and Becker (16) and Holsten and Gara (10).

Several lepidopteran species are multi-maters while females of other species seldom mate twice (2). The multi-mating capabilities of *H. grandella* are unknown.

External and internal morphological description of *H. grandella* genitalia and reproductive organs have been provided by Heinrich (7), Becker (1), and Lara (11). Lara (11) described spermatophore production and transfer, but the ultimate fate of the spermatophore is unknown. The spermatophore in many lepidopterans is ultimately digested by a proteolytic secretion from the bursal wall (17). In fact, the presence of proteinase within the bursa of *Galleria* spp. (Pyralidae) has been shown (13).

Female *H. grandella* are capable of depositing 109.8 fertile eggs under laboratory conditions (6). Samaniego and Sterringa (15) obtained an average of 210.7 fertile eggs per female with an improved rearing system. However, the temporal distribution of fertile and infertile egg is unknown.

We present observations and data on fecundity, spermatophore retention, and multi-mating capabilities of *H. grandella* under laboratory conditions.

Materials and Methods

Laboratory studies were conducted in facilities administered by the Forestry Department of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE) located in Turrialba, Costa Rica. Insects used in this study were obtained from an artificial rearing maintained by the Inter American Working Group on *Hypsipyla* at Turrialba (8).

Recently emerged *H. grandella* of both sexes were placed in 90 × 90 × 90 cm outdoor mating cages that stood 1/2 m above the ground. After two days the females were removed and placed in small plastic boxes lined with paper toweling; to feed the moths, this toweling was soaked with a 5 per cent sucrose solution. The towels were removed daily, set aside for 24 hours and then checked for infertile and fertile eggs. Fertile eggs were identified by their reddish color - infertile eggs remain whitish.

Upon death in about eight days, each female was dissected and the presence or absence of spermatophores determined. Spermatophore data was obtained from 40 females, 2 replications of 20 moths each.

Later, 30 mated females—3 replications of 10—and 40 unmated males were placed in a outdoor mating cage. After 48 hours the females were removed, their reproductive tracts extracted and checked for spermatophores. As a control, 37 virgin females (3 replications

* Received for publication December 6th, 1976.

1/ Study supported by a Dutch Government grant to study *H. grandella* and by NSF grant no. DEB75-15945.

** Co-coordinators of the Inter-American Working Group on *Hypsipyla*, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle 98195.

of 15, 11, and 11, respectively) together with 40 unmated males were placed in another cage. Two days later these female were taken from the cage, dissected and checked for spermatophores.

Sliwa and Becker (16) determined that virgin females assume a calling position between 0100 to 0400 hours; we wished to ascertain if mated females also call. Accordingly, 13 mated females were placed in an outdoor mating cage and watched to see if they called. The moths were observed hourly from 0100 to 0400 until death.

Male multi-mating studies were carried out by rearing *H. grandella* pupae and adults in a Biotrenette Mark III (TM) environmental chamber held at 21°C and RH of 75%-80%. A reversed light-dark cycle was used (9) which resulted in a 0430- to 1620-hour scotophase. Adults were allowed to mate and the copulating pairs were removed. Twenty-three mated males, one male per two virgin females, were placed in 13.75 × 6.25 cm. cylindrical remate cages (Fig 1); each cage was supplied with cotton soaked in a 5 per cent sucrose solution. The remate cages then were placed in an environmental chamber also set to a 21°C--75%-80% RH regime. The moths were checked hourly from 1300 to 1500 hours for time of mating. After 36 hours the females were dissected to see if spermatophores were present. As a control, 15 unmated males were placed, 1 per 2 virgin females, in remate cages. They were allowed to mate for 3 days; the females were checked later for spermatophores.

To determine if males mate more than once per evening, 15 recently mated males were placed with virgin females in remate cages; the female; were removed at the end of the scotophase and checked for spermatophores.

Results and Discussion

In tests where recently emerged moths were allowed to mate and reproduce, 40 females oviposited 12,799 fertile and 1,222 infertile eggs. About 85 per cent and 80 per cent of the fertile and infertile eggs, respectively, were laid by the fourth day; an increase in infertile eggs was seen by the last day (Fig 2). The 320 fertile eggs/female is considerably higher than data presented by Samaniego and Sterringa (15). We feel this increased production is due to domestication of the artificially-reared *Hypsipyla* population. Over time the population has become better adapted to laboratory conditions. This change not only is reflected in superior egg production but also in the probable degeneration in quantity and/or quality of pheromone production and, perhaps, in ability of moths to disperse and respond to host selection cues.

Thirty-eight of forty females that were mated for the first time had a single spermatophore, one had two, and the other had remnants of a deformed spermatophore case. Apparently *H. grandella* do not absorb the spermatophore material. Of the 30 previously mated females that were allowed to remate, 26 had 1 sper-

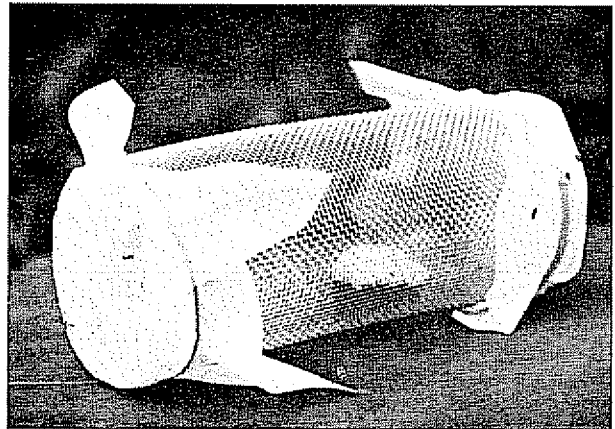


Fig. 1.—Cylindrical remate cages used in laboratory multi-mating studies of *H. grandella*.

matophore each, 2 had none, and each of the other 2 moths had 2 spermatophore cases. These results indicate that shootborer females mate only once. Similarly, 36 females of the control group (37 virgin females and 40 males) only had one spermatophore each, but one of the females did have 2 spermatophores. The rare occurrence of females with two spermatophores; probably indicates that these moths received two spermatophores from one male; an occurrence observed by J. C. Sánchez (pers. comm. 1976).

In general, *H. grandella* only assume a calling position once as only one out of the thirteen mated moths resumed calling on the third evening after mating. Moreover, this female called an hour later than peak calling time.

Seven of the twenty-three mated males remated again and two for a third time; accordingly, about 10

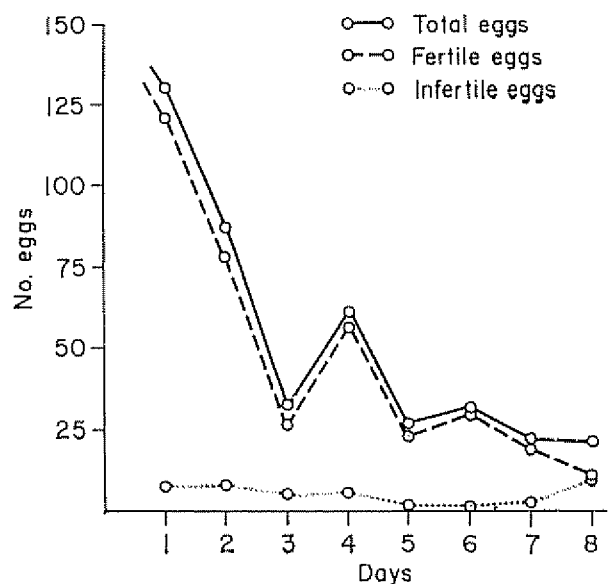


Fig. 2.—Number of fertile and infertile eggs oviposited by *H. grandella* from time of mating to subsequent death.

per cent of the males remated. Only 7 per cent of the "control group" males mated more than once, 20 per cent mated once, and the remaining males never mated. The low mating success of treated and control males is attributed to the confined area in the remate cages, poor air circulation, and a resultant high mortality; 60 per cent of the treated and control males died after three to four days in the remate cages. However, females, mated with previously-mated-males, did oviposit fertile eggs. These matings occurred between 1300 and 1430 hours.

We found that males mate only once per evening even though the 15 males thus tested theoretically could remate during the same scotophase. This potentiality is based on knowledge that *H. grandella* mating, in a reversed light-dark cycle, takes place about 1430 hours. The copulation process *per se* takes about two hours (16), thus males would be available for mating before the scotophase ended, 1630 hours. But, by this time, most females cease calling and the photophase is about to begin.

The multi-mating potential of males is beneficial to the generally low and scattered *H. grandella* population: (1) males can partition their energy into two or more cycles of dispersal, mate-finding, and spermatophore production; (2) females, on the other hand, mate only once and can devote their energy to dispersal, host selection, mating, and maintaining a high fecundity.

Acknowledgments

We thank Ing. Pablo Rosero and Dr. Gerardo Budowski of the CATIE Forestry Department for their cooperation and helpful advice. We also are grateful to Sr. Juan Carlos Sánchez for help with every phase of the study.

Literature Cited

- 1 BECKER, V. O. Estudios sobre el barredador *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep., Pyralidae). XVI Observaciones sobre la biología de *H. ferrealis* (Hampson), una especie afín. Turrialba 23(2):154-161. 1973.
- 2 BIRCH, M. C. Pheromones. *Frontiers of Biology* Vol. 32, 396 p. 1974.
- 3 ENTWISTLE, P. F. The current situation on shoot, fruit, and collar borers of the Meliaceae. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1968, 15 p. (Paper of the 9th Commonwealth Forestry Conference. New Delhi 1968).
- 4 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 für angewandte Entomologie* 72(3):259-266. 1973.
- 5 GRIJPMMA, P. and GARA, R. I. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. I. Host selection behavior. Turrialba 20(2):233-240. 1970.
- 6 ———— 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.
- 7 HEINRICH, C. American moths of the subfamily Phycitinae. U.S. National Museum Bulletin No. 207, 1956. pp. 27-30.
- 8 HIDALGO-SALVATIERRA, O. and BERRIOS, F. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller (Lep., Pyralidae). XI Growth of larvae reared on a synthetic diet. Turrialba 22(4):431-434. 1972.
- 9 HOLSTEN, E. H. and GARA, R. I. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). XV Reversal of the light-dark cycle in relation to adult emergence under laboratory conditions. Turrialba 23(1):106-107. 1973.
- 10 ———— and GARA, R. I. Studies on attractants of the mahogany shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera, Phycitidae) in Costa Rica. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 76(1):77-86. 1974.
- 11 LARA LONDOÑO, L. Algunos aspectos en la biología, desarrollo y reproducción del *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) en condiciones de laboratorio. Tesis de M. Sc., Seattle, Universidad de Washington, 1974. 77 p.
- 12 RAMIREZ S., J. Investigación preliminar sobre biología, ecología y control de *Hypsipyla grandella* Zeller. *Boletín Instituto Forestal Latino Americano de Investigación y Capacitación* 16:54-77. 1964.
- 13 ROCKSTEIN, M. (ed.) *The Physiology of Insecta*. Vol. 1. New York, Academic Press, 1964. p. 48.
- 14 ROOVERS, M. Observaciones sobre el ciclo de vida de *Hypsipyla grandella* Zeller en Barinitas, Venezuela. *Boletín Instituto Forestal Latino Americano de Investigación y Capacitación* 38:1-16. 1971.
- 15 SAMANIEGO, V. A. and STERRINGA, J. T. Estudios sobre el barrenador *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). XXI, Un nuevo método para obtener oviposición en cautividad. Turrialba 23(3):367-370. 1973.
- 16 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.
- 17 WIGGLESWORTH, V. B. *The Principles of Insect Physiology*. New York, E. P. Dutton 1950. 544 p.

Notas y Comentarios

Frederick Hardy, 1889-1977

Fuentes de literatura sobre suelos tropicales

El investigador agrícola y el estudiante que inician la búsqueda de literatura sobre su tema tienen generalmente una idea por donde comenzar. La experiencia les enseña cuáles son las revistas primarias en las que se publican los trabajos de su especialidad. También, las grandes revisiones de literatura, hechas por especialistas de nota, pueden señalarle cuáles revistas publican los artículos más importantes sobre la materia.

Una de esas revisiones, amplias y profundas, ha sido realizada por el Dr. Pedro Sánchez, en su libro recientemente publicado "Properties and management of soil in the tropics", obra de gran importancia para el conocimiento de los suelos tropicales. El autor ha trabajado en América Latina, en Filipinas y en África y ha sido profesor en la Universidad de North Carolina. Las numerosas referencias del libro reflejan esta familiaridad con diversos continentes y evitan la falla de muchos libros sobre el trópico en que la literatura latinoamericana, por ejemplo, es en gran parte ignorada. Se reconoce que este libro del Dr. Sánchez tiene, además de sus otros méritos (Cf. *Turrialba* 27:186), la más completa colección de referencias sobre suelos tropicales entre las obras publicadas en las últimas décadas.

Pueden ser de interés, por consiguiente, examinar cuáles revistas se han citado más en este libro, pues ello daría una idea sobre los canales por los que se han transmitido las contribuciones importantes sobre suelos tropicales que el autor ha utilizado en su obra. A continuación copiamos la frecuencia con que aparecen las 15 revistas más citadas, y el número de capítulos en que se las mencionan.

	Referencias	Capítulos
1. Soil Science Society of América, Proceedings	95	12
2. Soil Science	55	12
3. Plant and Soil	43	11
4. Turrialba	42	12
5. Agronomy Journal	42	10
6. Journal of Agricultural of the University of Puerto Rico	39	6
7. Tropical Agriculture	38	10
8. Journal of Soil Science	35	9
9. Agronomie Tropicale	32	9
10. East African Agriculture and Forestry Journal	32	6
11. Empire Journal of Experimental Agriculture	24	8
12. Experimental Agriculture	21	9
13. Journal of the Indian Society of Soil Science	23	9
14. Australian Journal of Agricultural Research	19	3
15. Bragantia	17	8

Esta posición de *Turrialba* después de las tres revistas más importantes de suelos, dos de Estados Unidos y una de Holanda (*Plant and Soil*), pueden indicar el valor de la revista del IICA como fuente de literatura primaria sobre suelos del trópico. Refleja también la contribución a la ciencia que realizó el excelente equipo de investigadores sobre suelos que se formó en los novecientos sesenta en la Escuela para Graduados del IICA en Turrialba, Costa Rica. Sus miembros publicaron muchos de sus mejores trabajos en *Turrialba* y sus nombres son familiares a nuestros lectores. Nuestras páginas se han visto honradas con los nombres de M. Blasco, E. Bornemisza, H. W. Fassbender, W. Forsythe, S. A. Gavande, R. Guerrero, F. Hardy, K. Igwe, E. Knox, F. Maldonado, J. Martini, L. E. Müller, J. A. Palencia y otros más, miembros de aquel equipo y que son citados por el Profesor Sánchez en su libro.

Aunque la mayor parte de su vida la pasó dedicado a la investigación y la enseñanza en el Caribe británico, desde su base en St. Augustine, Trinidad, su influencia se extendió a todo el trópico americano, convirtiéndose en uno de los más notables especialistas del mundo en suelos tropicales. En reconocimiento a su labor, el gobierno inglés le confirió el grado de CBE (Commander of the British Empire) en 1952, y fue hecho Miembro honorario del Imperial College of Tropical Agriculture (ICTA). También fue designado miembro honorario vitalicio de la International Society of Soil Science, compartiendo este honor con sólo cinco otros especialistas en suelos en el momento de su elección.

Nacido en Bradford, Yorkshire, estudió en Cambridge, e inició su labor docente en Barbados, en el trópico americano que no dejaría en el resto de su vida. Después de servir en Inglaterra durante la primera guerra mundial, en una fábrica de productos químicos reingresó a la Universidad de Cambridge para continuar sus estudios en agricultura. Regresó al Caribe y entró en el cuerpo docente de ICTA desde donde hizo sus principales contribuciones científicas a la ciencia del suelo.

Su enfoque original consistió en considerar la planta, el suelo y la atmósfera como componentes de un solo sistema. La estructura del suelo, su contenido de agua y de aire, y el espacio radical resultante fueron para él de mayor importancia, no menor a la naturaleza genética de la planta o el contenido de nutrientes disponibles. Este concepto, particularmente importante en el caso de plantaciones arbóreas como el cacao, lo condujo a subrayar la importancia de mantener las capas superficiales orgánicas del suelo.

Este enfoque ecológico no impidió que dedicase mucho de su tiempo a la ciencia básica del suelo y a los reconocimientos de suelos caribeños. El resultado fueron unos trece informes sobre la mayoría de las Antillas, conocidos internacionalmente como los Libros Grises y que se consideran todavía básicos como obras de consulta. Recientemente, se recordó que el Profesor Hardy fue uno de los primeros científicos, posiblemente el primero, en criticar lo que se ha llamado la "exageración laterítica" (Cf. *Turrialba* 25:217), al señalar que las lateritas ocupaban sólo una limitada extensión en los trópicos.

A su retiro en 1956, fue contratado como consultor en cacao en el IICA, Turrialba, Costa Rica, dentro de un convenio con los organismos de ayuda técnica del gobierno de Estados Unidos. Tuvo entonces oportunidad de visitar la mayor parte de las regiones tropicales de América. Sus informes y publicaciones de esa época, en gran parte sin publicar, cubren aspectos muy diversos tales como el "Cerrado" de Brasil, la sombra del cacao y la interceptación de la lluvia, suelos de cacao. En ese período publicó el "Manual de Cacao", obra de consulta muy difundida, así como sus libros "Suelos Tropicales" y "Edafología Tropical", de los que el IICA planeaba una nueva edición en el momento del fallecimiento del Profesor Hardy el 9 de abril de 1977.

En el campo personal, el Profesor Hardy será recordado por la ayuda que siempre prestó a estudiantes y colegas con sus consejos, críticas y opiniones, que siempre tenían el respaldo de su vasta experiencia, sus amplios conocimientos y su buena voluntad.

Publicaciones

Revista de Investigaciones. El Instituto Nacional de la Pesca de Cuba, ha iniciado en 1975 la publicación de *Revista de Investigación*, órgano del Centro de Investigaciones Pesqueras. El primer número tiene estudios sobre afloramientos en el Banco de Campeche; sobre el ictioplancton del mismo lugar; y una evaluación de la pesca de bonito en el oeste de Cuba. La dirección es: Avenida Primera, c/24 y 26, Miramar, La Habana.

Dalbergia cubilquitzensis (D. Smith) Pittier, una nueva especie forestal para los trópicos^{1/}

CARLOS SANTANDER**, WALDEMAR ALBERTIN***

ABSTRACT

In 1949 the Department of Forest Sciences of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), in Turrialba, Costa Rica, established experimental plantation of some valuable forest tree species in the "Premontane West Forest" and "Tropical Wet Forest" life zones of Holdridge's ecological life zone system

This paper deals with ecological observations on one of these species, *Dalbergia cubilquitzensis* (D. Smith) Pittier. Climatic and edaphic factors are related to some mensurational variables to establish associations between them.

The following relationships were analyzed: diameter breastwood, dbb/total and commercial heights, dbb/crown diameter, number of stems per tree/commercial volume with bark (m^3), dbb without bark/dbb with bark. The following characteristics were also calculated: commercial volume with bark (m^3), percentage of bark volume, plant mortality, mean annual growth rings.

The tree variables studied included: dbb, breastwood, total and commercial heights, crown diameter, commercial branches, bark thickness and number of stems per tree. The site factors measured included: altitude, precipitation, average temperature, and soil capacity for plant production.

Introducción

Las plantaciones forestales se están desarrollando aceleradamente en el ámbito mundial y en ellas intervienen las coníferas en un 70 por ciento y las latifoliadas con el 30 por ciento restante, relación que coincide con las tendencias de consumo para ambos tipos de madera en el mundo.

Por eso se hace necesario emprender estudios silviculturales de especies forestales para obtener informaciones sobre su crecimiento en relación a las condiciones edáficas y climáticas, que sirvan para seleccionar convenientemente los sitios más adecuados para su cultivo.

El objetivo general del presente trabajo es observar el comportamiento en plantación de *Dalbergia*

cubilquitzensis (D. Smith) Pittier, en cuanto a su respuesta a los factores edáficos y climáticos, bajo las condiciones de bosque tropical húmedo de la zona Atlántica de Costa Rica. Los objetivos específicos son estudiar relaciones entre el diámetro con corteza con el duramen (corazón), diámetro a la altura del pecho (DAP) con la altura total y comercial, DAP con el diámetro de copa; así como determinar el volumen comercial y su relación entre el número de fustes por árbol, el volumen de corteza en porcentaje y relación de DAP sin corteza con DAP con corteza y por último, supervivencia, incremento medio anual, sanidad y anillos de crecimiento de la especie.

Revisión de literatura

Nombre botánico: *Dalbergia cubilquitzensis* (D. Smith) Pittier
Sinónimo: *Dalbergia incuvensis* Donn. Smith
Familia: Papilionaceae
Nombres comunes: Palo de rosa, granadillo, acuté (Guatemala); granadillo negro, granadillo rojo, rozul (rosewood), granadillo, Honduras rosewood (Honduras) (6, 15).

* Recibido para publicación el 25 de febrero de 1976.

^{1/} Parte del trabajo de tesis del Estudiante Graduado Carlos Santander Flores Escuela para Graduados del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Profesor de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Departamento de Ingeniería Forestal, Iquitos, Perú. Desde el 15 de Junio de 1976 como Especialista en Inventarios Forestales de bosques mixtos tropicales del Proyecto N° 01 - Asentamiento Rural Integral Genaro Herrera, Zona Agraria VIII del Ministerio de Agricultura, Iquitos, Perú.

*** Disionónimo CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Distribución natural

En Honduras, esta especie se la encuentra en las partes altas del "bosque húmedo tropical" y "bosque muy húmedo subtropical" (6). Es un árbol mediano del lado caribeño de Belice, Guatemala y Honduras.*

Caracteres botánicos

Según Record y Kuylen (12) es un árbol grande, algunas veces con más de 30 m de alto, con un tronco cilíndrico recto, teniendo en la madurez un diámetro promedio de 75 cm, con la tercera parte de su longitud libre de ramas. La corteza de este árbol es gruesa, 1,9 cm y de consistencia granulosa.

Las hojas son compuestas, imparipinnadas y alternas. Las hojuelas son de color parduzco en el envés, sintiéndose suave al tacto, como terciopelo, debido a la presencia de pubescencia muy fina. Las hojuelas son alternas y de bordes enteros, elípticas, ligeramente redondeadas en la base y con ápice agudo. Las hojuelas nuevas presentan dos estípulas (6).

Las flores son de color blanco, zigomorfas, papilionadas, con el pétalo superior más extremo y nacen en panículas axilares o en racimos terminales. El fruto es una vaina alargada, indehiscente, aplanada, delgada, algo coriácea, generalmente con una semilla, la cual forma abultamiento en la superficie de la vaina (6).

Características y usos de la madera

La albura se diferencia acentuadamente del duramen. El color de la albura, tanto en condición verde como seca, es gris amarillento claro. El duramen, en condición verde y seca, es café rojizo grisáceo. Los anillos de crecimiento no son visibles. Tienen un olor a miel de abeja algo picante. El sabor es ausente o indistinguible (6).

La madera tiene considerable semejanza al *D. spruceana* Benth. del Brasil. Es casi sin olor. Moderadamente dura, pesada, flexible y resistente, no difícil para trabajar, tomando un lustre fino (13).

La madera es valiosa, de grano fino, compacta; las maderas de las especies arbóreas de *Dalbergia*, muestran muy pocas diferencias en su coloración y calidad. Son igualmente valiosas y tienen las mismas aplicaciones (1, 12).

La madera se utiliza en la fabricación de muebles finos, adornos, mangos de cepillo y en tornería; en decorados interiores, mueblería de lujo y ebanistería. Por lo fino de su textura, densa estructura, resistencia y durabilidad, es muy empleada y solicitada por las industrias de instrumentos metálicos, con mangos de lujo, en tornería fina (1, 6).

En Guatemala, la madera es considerada una de las mejores y es también usada para ejes de rueda y lengüetas de vagones, rayos de rueda de carretones y para la construcción de muebles duraderos de calidad superior; es excelente para trabajos de carpintería y cepillos de espalda (13).

Materiales y métodos

Las observaciones se realizaron en plantaciones experimentales de *Dalbergia cubilquitzensis* del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la finca experimental "La Lola", situadas, según los datos meteorológicos (10, 16) y el sistema Holdridge (9) en las zonas de vida natural de "bosque muy húmedo premontano" y "bosque húmedo tropical", respectivamente.

Descripción de los suelos

Las plantaciones en estudio están ubicadas en el Arboretum Viejo, La Isla, y Bajo Chino del CATIE y en el experimento 8 de la finca La Lola. En el experimento 8 de la finca La Lola, para 25 clones de cacao, se plantaron árboles de sombra en el año 1954, a base de *Dalbergia cubilquitzensis* y *Pithecellobium saman* (Jacq) Benth, a un distanciamiento de 5 m x 6 m para la primera especie.

Según Aguirre (2), las plantaciones del Arboretum Viejo y La Isla, corresponden a la serie La Margot, fase normal. Según la clasificación por su capacidad de uso (2), estos suelos están dentro de las "tierras aptas para cultivos y ganadería en pastos cultivados".

La Plantación del Bajo Chino corresponde a los suelos Misceláneos. De acuerdo con la clasificación de los suelos por su capacidad de uso, éstos suelos están dentro de "tierras aptas para pastoreo, lotes de árboles, vida silvestre y, en menor proporción, cultivos agrícolas" (2).

Según la clasificación efectuada por Bazán (3), basada en la textura y presencia o ausencia de una capa de piedras, la plantación de *D. cubilquitzensis* de La Lola se encuentra ubicada en la Clase 2, la cual se caracteriza por presentar una textura arcillo-limosa, una estructura granular de agregados finos, un drenaje imperfecto y una capa de piedras a más de 90 cm de profundidad.

Con respecto al estado nutritivo, los suelos de la Clase 2 de La Lola, según los análisis químicos registrados por Soria *et al* (16), presentan un nivel adecuado de fertilidad con excepción de la baja concentración de fósforo.

Selección de la muestra

Se empleó la metodología usada para el estudio de la *Dalbergia retusa* por Santander y Albertin (14), te-

* HOLDRIDGE R. I. Comunicación personal. CATIE. Junio 1973.

niendo en cuenta que para el presente trabajo se seleccionaron uno o dos árboles, según el número de árboles en cada lote.

Variables medidas

Se tuvieron en cuenta las 10 variables que para la otra *Dalbergia* (14), debiendo aclararse algunas de ellas, tales como:

- Para el diámetro a la altura del pecho (DAP), se incluyeron también los DAP de ramas principales que nacían por debajo de 1,30 m sobre el suelo.
- La altura comercial se fijó en 10 cm de diámetro en la parte superior.
- Ramas comerciales, aquellas que se encontraban más arriba de 1,30 m sobre el suelo y que estuvieran dentro del límite de 10 cm de diámetro en la parte superior.
- Coefficiente K: coeficiente de regresión de d sobre D (K), donde "d" es el diámetro sin corteza y "D" es diámetro con corteza. Los datos que se tomaron fueron el DAP y el grosor de corteza a 1,30 m sobre el suelo.
- Anillos de crecimiento, usando discos extraídos de la base del árbol apeado para su cubicación, con el fin de comprobar si son anuales o no.

Para estudiar las relaciones, se utilizaron cuatro modelos matemáticos que son: lineal, logarítmico, geométrico y cuadrático.

El criterio que se siguió para escoger cualquiera de los cuatro modelos en las relaciones estudiadas, estuvo dado por el coeficiente de determinación (R^2), que

expresa el porcentaje de variación asociada entre variables. Se eligió el modelo que presentara el mayor R^2 y con mayor frecuencia.

Resultados

Los datos de las mediciones de campo para los cuatro lugares de plantación de *D. cubilquitzensis*, de diferentes edades y número de observación, están indicados en el Cuadro 1.

Relaciones

- Para la relación diámetro-durámen (corazón), el modelo que mejor ajuste dio fue la ecuación lineal.

En la Figura 1 son presentados los resultados de esta relación para los cuatro lugares de plantación.

- Para la relación DAP-altura total y comercial, el que mejor ajuste dio, en general, fue la ecuación logarítmica.

En las Figuras 2 y 3 se muestran los resultados de esta relación.

Conforme las Figuras 2 y 3, los coeficientes de determinación indican que la variación de las alturas (en valores logarítmicos) están por lo general altamente asociados a la variación del DAP.

- Las relaciones DAP-diámetro de copa están presentadas en la Figura 4, para tres lugares de plantación: Arboretum Viejo, Bajo Chino y La Isla.

En las ecuaciones de la Figura 4, el coeficiente b se muestra mayor para la plantación del Bajo Chino, 0,38 m, siguiéndole en orden la plantación del

Cuadro 1 —Diámetro del tronco, diámetro de la copa, altura total y comercial de *D. cubilquitzensis* en cinco plantaciones (1972).

Lugar de plantación	Edad (años)	Nº de árboles observ.	Nº árb. sembrados	% Superv.	Diámetro Medio (cm)	Altura total Media (m)	Altura comerc Media (m)	Diám. copa Medio (m)
Arb. Viejo	17	12*	15	80,00	13,7	11,4	4,6	6,3**
Arb. Viejo	12	27	48	56,25	14,9	12,0	4,5	5,7
La Isla	23	22	30	73,33	20,4	13,6	7,4	5,9
Bajo Chino	13	19	20	95,00	17,7	13,2	6,1	6,1
La Lola	18	10*	15	66,67	21,1	15,0	9,2	9,5**

* Los fustes se ramificaban por debajo de 1,30 m sobre el suelo. Se tomaron en cuenta los "pies" del árbol por ser menos variables y más controlables para determinar: Supervivencia, m²/ha y número de árboles por hectárea.

** Un mismo "pie" del árbol se ramificaba en varios fustes por debajo de 1,30 m sobre el suelo. Se trabajó con el diámetro de copa que se obtuvo al promediar el DAP con el diámetro de copa del árbol.

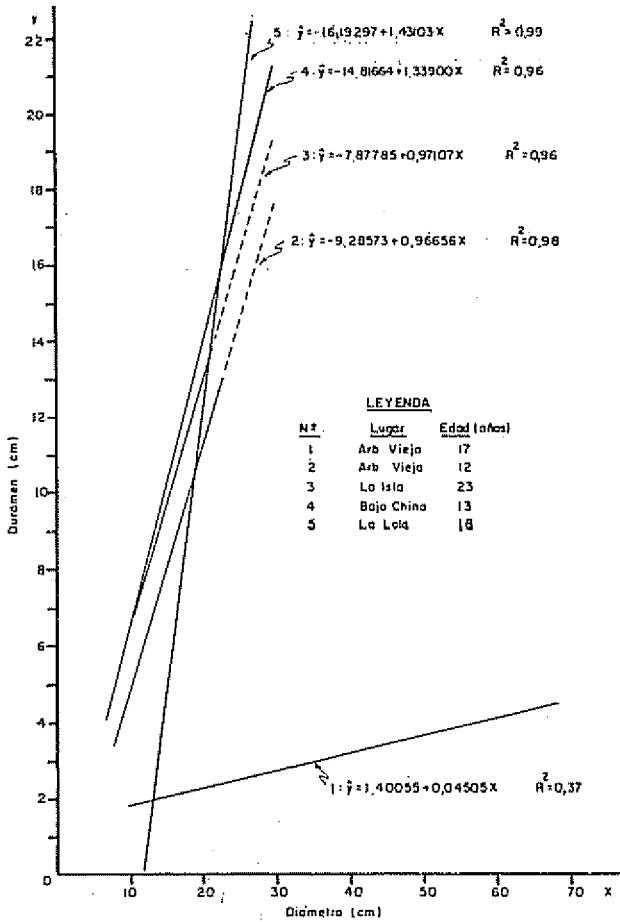


Fig. 1—Relación diámetro-duramen de *Dalbergia cubilquitzensis* en Costa Rica.

Arboretum Viejo de 12 años de edad, 0,32, y por último, la plantación de La Isla, 0,29 m/cm de DAP.

Para esta misma relación, se encontró que en dos plantaciones, Arboretum Viejo de 17 años de edad y La Lola, un mismo "pie" de árbol se ramificaba en varios fustes (1 hasta 6) por debajo del DAP, para lo cual se siguió el mismo criterio que para la otra, *Dalbergia retusa* (14), pero es necesario aclararlos de la siguiente manera:

1. Promediando el diámetro de copa con el número de fustes, y
2. Promediando el DAP con el diámetro de copa del árbol.

De los cuatro métodos lineales que se aplicaron, se optó por el que presentó un mejor ajuste.

En la Figura 3 se presentan los resultados de esta relación; el método 1) dio un buen ajuste. La ecuación lineal se ajustó mejor a esta relación

Los coeficientes *b* son mayores para el caso de dos fustes; Figura 5a, 0,70 m, y menores para el caso de un fuste, 0,66 m/cm de DAP para la plantación del Arboretum Viejo. Los coeficientes de determinación son muy altos para el primer caso y bajos para el segundo caso. En la Figura 5b se observan las ecuaciones lineales de la plantación de La Lola, en donde el coeficiente *b* es mayor para el caso de dos fustes por "pie" de árbol, 0,63 m, y más bajo para el caso de un solo fuste, 0,52 m/cm de DAP; los coeficientes de determinación son mediano para el primer caso y muy alto para el segundo.

Volúmenes

Para la determinación de los volúmenes de los árboles con corteza en los cuatro lugares de plantación, se siguió la metodología empleada para el estudio de la *D. retusa* (14).

Los resultados obtenidos se encuentran en el Cuadro 2.

Para el volumen de ramas, se empleó la misma metodología que para la otra *Dalbergia* (14), con el

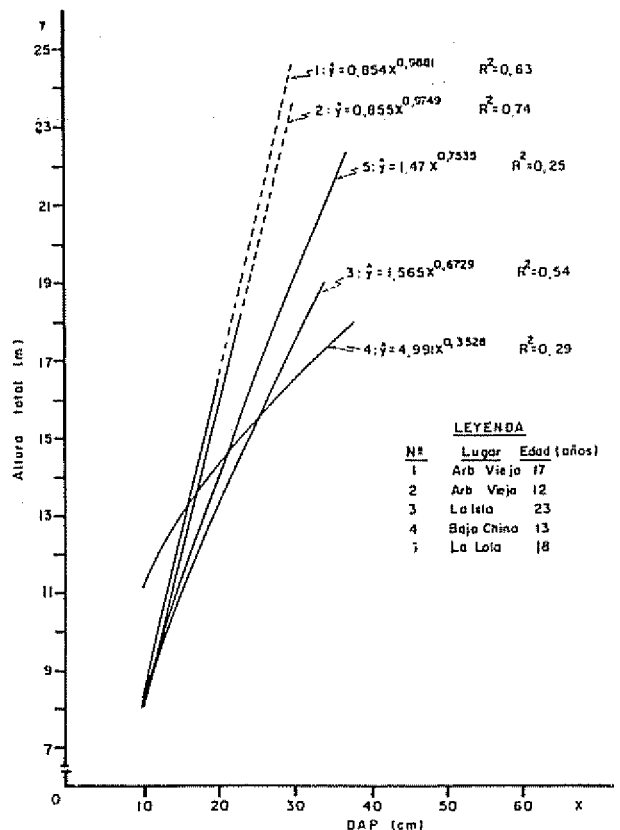


Fig. 2—Relación DAP-altura total de *Dalbergia cubilquitzensis* en Costa Rica.

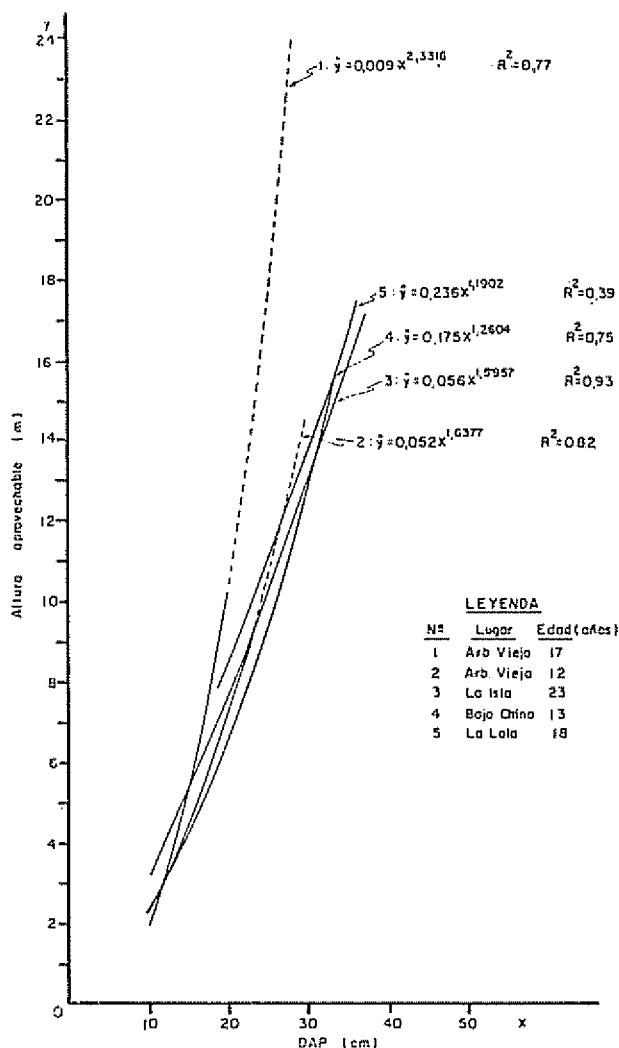


Fig. 3.—Relación DAP-altura comercial de *Dalbergia cubilquitzensis* en Costa Rica

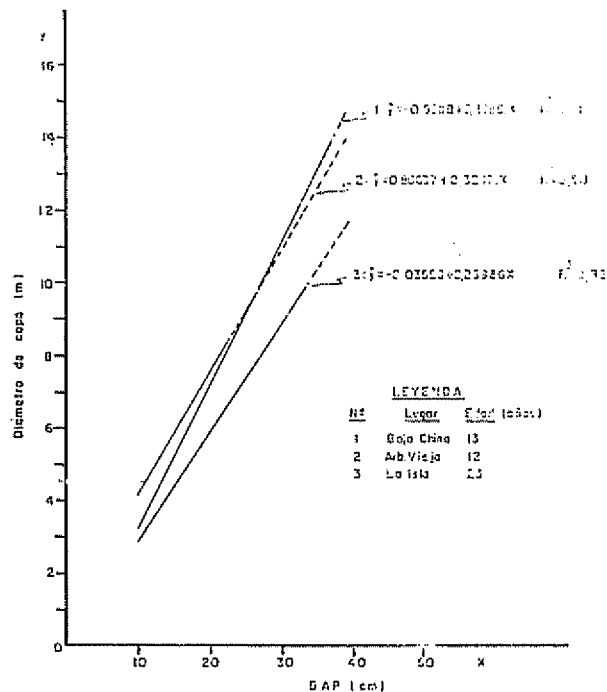


Fig. 4.—Relación DAP-diámetro de copa de *Dalbergia cubilquitzensis* en Costa Rica

objeto de ver en que momento era necesario hacer raleos, podas, etc. Se encontró que la expresión matemática que mejor se ajustaba fue la ecuación logarítmica. En la Figura 6 se encuentra dicha ecuación para la plantación del Arboretum Viejo y La Lola, respectivamente. El 70 y 59 por ciento, respectivamente de la variación del volumen comercial (en valores logarítmicos) está asociado a la variación del número de fustes por árbol.

Cuadro 2.—Volumen comercial con corteza, Volumen de corteza en porcentaje, relación entre DAP sin corteza y DAP con corteza e incremento medio anual de *Dalbergia cubilquitzensis* en cuatro lugares de plantación.

Lugar	Edad (años)	Area de la parcela (m ²)	Volumen con corteza		Vc % (promedio)	K	IMA altura (m)	IMA DAP (cm)	IMA Volumen comercial (m ³ /ha/año)
			(m ³)	(m ³ /ha)					
Arb Viejo	17	210,2	2,0	96,9	17,03	0,911	0,67	0,80	5,7
Arb Viejo	12	768,0	2,5	32,9	13,46	0,930	1,00	1,24	2,7
La Isla	23	262,5	6,6	250,2	12,24	0,937	0,59	0,87	10,9
Bajo Chino	13	320,0	3,7	114,4	11,95	0,938	1,02	1,36	8,8
La Lola	18	450,0	3,9	85,9	12,68	0,935	0,83	1,17	4,8

Donde: Vc % = volumen de corteza en porcentaje
 K = relación entre DAP sin corteza y DAP con corteza
 IMA = incremento medio anual

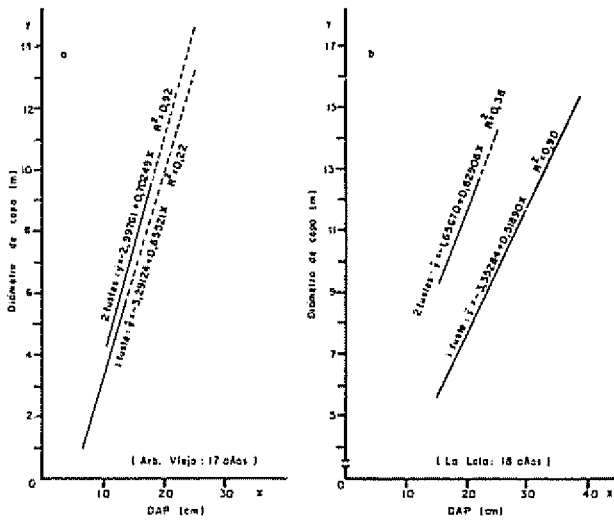


Fig. 5.—Relación DAP-diámetro de copa de *Dalbergia cubilquitzensis* con agrupación del número de fustes por árbol

Corteza

Para la determinación del porcentaje del volumen de corteza, se utilizó la fórmula empleada para otra *Dalbergia retuza* (14).

En el presente estudio encontramos valores medios del volumen de corteza en porcentaje para las distintas plantaciones. Los resultados pueden ser observados en el Cuadro 2. En cuanto al volumen, el mayor porcentaje fue para la plantación del Arboetum Viejo de 17 años de edad y el menor porcentaje fue para la plantación del Bajo Chino.

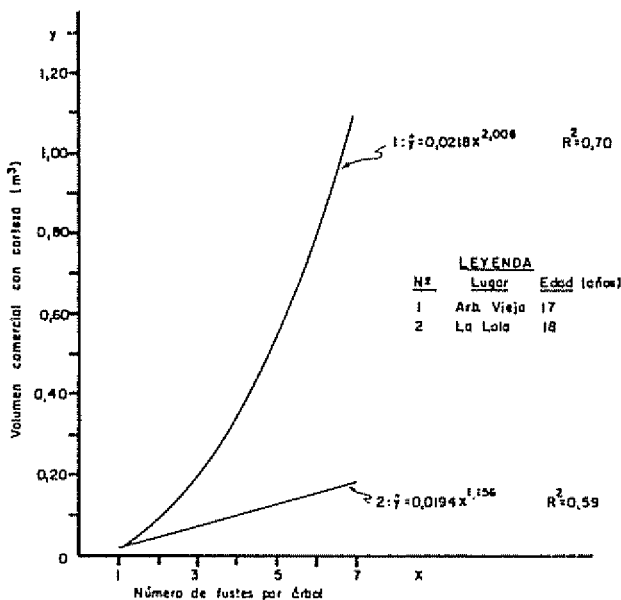


Fig. 6.—Relación número de fustes por árbol-volumen comercial con corteza (m³) de *Dalbergia cubilquitzensis* en Costa Rica

Supervivencia e incremento

El porcentaje de supervivencia en los distintos lugares de plantación se presenta en el Cuadro 1. En el Cuadro 2 se presenta el incremento medio anual de la altura en m, del DAP en cm y del volumen comercial con corteza en m³/ha

Observando el Cuadro 1, se nota que el menor porcentaje de supervivencia correspondió al Arboetum Viejo de 12 años de edad y el mayor porcentaje al Bajo Chino.

Para la determinación del "incremento o crecimiento medio anual" del volumen, se relacionó el volumen comercial con corteza por hectárea (m³/ha) de cada uno de los plantaciones entre la edad de la plantación en años (14).

Sanidad

No hubo ataque de plagas ni enfermedades cuando se midieron las plantaciones para el presente trabajo.

Anillos

Los anillos de crecimiento se observaron en cortes transversales, cerca de la base, en los árboles apeados para su cubicación. Fue difícil establecer si esos anillos eran verdaderos o falsos, a pesar de que en los cortes se hizo el pulido de las superficies, tratándose con alcohol y observándose con lupa. Como consecuencia, no se pudo comprobar la edad de las plantaciones.

Discusión

En cuanto al incremento medio anual en altura, la plantación del Bajo Chino (Cuadro 2) es superior a la del Arboetum Viejo de 17 y 12 años de edad, la Isla y La Lola, a pesar de que solo tiene 13 años de edad. El incremento medio anual en DAP, obtenido en las plantaciones, demuestra superioridad de la plantación del Bajo Chino también, siguiéndole en orden de importancia la plantación del Arboetum Viejo de 12 años de edad, La Lola, La Isla y Arboetum Viejo de 17 años de edad.

El *D. cubilquitzensis* del Arboetum Viejo de 12 años de edad supera al de 17 años de edad, tanto en incremento medio anual en altura y DAP, porque se hicieron podas, dejando el fuste mejor formado y permitiendo de esta manera una concentración de energía en el crecimiento, tanto en altura como en diámetro en un solo fuste.

En la supervivencia de las cinco plantaciones, la plantación del Bajo Chino (Cuadro 1) muestra superioridad sobre las demás plantaciones de esta misma especie. Las causas de la mortalidad son probablemente debidas al factor suelo, ya que en los casos del Arboetum Viejo y La Isla, se presentan síntomas de drenaje deficiente (2). En La Lola, el factor limitante en

el crecimiento es el drenaje impedido y el exceso de precipitación (3)

Al juzgar la forma y aspecto del crecimiento de los árboles en los cuatro lugares de plantación, en comparación con su habitat natural, se revela mejor la plantación del Bajo Chino. Esta presenta el mejor aspecto general, fuste más recto y libre de ramas hasta casi la mitad de su longitud y copa mejor conformada. Le siguen en orden de importancia la plantación de La Lola, La Isla y por último, las plantaciones del Arboretum Viejo, en que es mejor la plantación de 12 años de edad sobre la de 17 años de edad

Conforme la Figura 6, en la plantación de La Lola se recomienda hacer la poda de tallos poco tiempo después de la instalación de la plantación para dejar el fuste mejor conformado. En el caso de la plantación del Arboretum Viejo, de 17 años de edad, se observa más bien que hasta los siete tallos por árbol, el volumen comercial con corteza está aumentando considerablemente.

Como ya es conocido, el volumen de corteza en porcentaje disminuye con aumento del diámetro, para una misma especie

La relación DAP sin corteza con DAP con corteza (K), varía de acuerdo con el diámetro dentro de una misma especie.

El incremento medio anual del volumen comercial con corteza alcanzado por esta especie en los cuatro lugares de plantación (Cuadro 2) es alto para la plantación de La Isla por tener mayor edad con respecto a las demás plantaciones; regularmente alto para la plantación del Bajo Chino, medianos para las plantaciones del Arboretum Viejo de 17 años de edad y La Lola, y bajo para la plantación del Arboretum Viejo, 12 años de edad.

Conclusiones

1. La especie *D. cubilquitzensis* (D Smith) Pittier tuvo un comportamiento general bueno, y se recomienda su plantación en escala comercial en las condiciones de "bosque muy húmedo premontano" y "bosque húmedo tropical", teniendo en cuenta el incremento medio anual en altura y en DAP. El lugar de la plantación que sobresalió fue el Bajo Chino.

2. Los factores climáticos y edáficos han tenido influencia primordial en el comportamiento de esta especie, sobre la altura y el diámetro de los árboles. El mayor impedimento al crecimiento de los árboles parece ser el drenaje del suelo y sus efectos correlacionados, capa freática y profundidad de raíces

3. Para la relación diámetro / duramen se observa que la tendencia es lineal y serviría para estimar el volumen maderable aprovechable del duramen teniendo en cuenta el DAP.

4. Para la relación DAP / altura total y comercial, la tendencia de la curva que mejor se ajusta es la logarítmica y serviría para estimar el año en que las plantaciones llegarían a producir la mayor cantidad de madera en el período más corto.

5. Para la relación DAP / diámetro de copa, la tendencia que mejor se ajusta es la lineal y serviría para estimar el diámetro de copa en base al DAP en plantaciones mayores

6. En los casos de que un "pie" de árbol se ramifica en varios fustes por debajo del DAP, se obtiene un buen ajuste para la relación DAP / diámetro de copa, promediando el DAP con el diámetro de copa del árbol, como sucedió en las plantaciones del Arboretum Viejo, de 17 años de edad y de La Lola.

7. En los resultados del volumen comercial con corteza, se observó la influencia del suelo en distintos lugares de plantación.

Literatura citada

- AGUILAR C., J. I. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala. 2a ed. Guatemala, Tip Nacional, 1966. 383 p.
- AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 139 p.
- BAZAN S., R. Soil survey of La Lola cacao farm. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 127 p.
- BEYER, W. H., ed. Handbook of tables for probability and statistics. Cleveland, Ohio, Chemical Rubber, 1966. pp. 441-449.
- BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. Medición forestal. Trad. del inglés por Ramón Palazón y José Meza Nieto. 3a ed. México, Centro Regional de ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, 1955, 474 p.
- CALIX P. R. Identificación dendrológica y anatómica de 37 especies arbóreas en Honduras. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 244 p.
- CONTRIBUCIONES PARA LA FLORA DE VENEZUELA: Geraniales. Boletín del Ministerio de Relaciones Exteriores (Venezuela) N° 7:293-356. 1930.
- CHAPMAN, H. H. y MEYER, W. H. Forest mensuration. New York, McGraw Hill, 1949. 522 p.
- HOLDRIDGE, L. R. Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1966. 1 p.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA. Resumen de datos meteorológicos, desde la iniciación de observaciones hasta diciembre 31, 1970. Turrialba, Costa Rica, 1971. 1 p.

- 11 LOJAN I, L. Apuntes del curso de dasometría. I. Mediciones en árboles individuales. Rev y amp. Turrialba Costa Rica Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Programa Forestal 1966. 106 p.
- 12 RECORD, S. J y KUYLEN, H. Trees of the lower Rio Motagua Valley. Guatemala. Tropical Woods N° 7: 10-29 1926
- 13 ————— y HESS, R. W. Timbers of the new world. New Haven, Yale University, 1943. 640 p.
- 14 SANTANDER F., C. I. y ALBERTIN, W. Comportamiento de *Dalbergia retusa* Hemsl. en el trópico húmedo. Turrialba 24(1):76-83. 1971
- 15 SCHREUDER, E. J. Informe al Gobierno de Honduras sobre la silvicultura hondureña en 1952-54. Roma, FAO, 1955. 93 p. (FAO ETAP N° 375)
- 16 SORIA, J. *et al.* Finca La Lola. Cacao (Costa Rica) 14(1):1-12. 1969

Notas y Comentarios

Nomenclatura de los sistemas de cultivos asociados

Derante una conferencia sobre cultivos asociados celebrada en Knoxville, Tennessee, se aprobaron varios términos que describen los varios sistemas de cultivos asociados. Con esto se busca normalizar el uso de esos términos para evitar problemas de comunicación entre los investigadores (*Informe del Maíz*, Lima, N° 16, 1976). Cada término aparece acompañado por su equivalente en inglés.

1. **Cultivos múltiples (Multiple cropping):** Siembra de más de un cultivo en el mismo terreno, durante el mismo año. Dentro de este concepto, hay una serie de alternativas en espacio y tiempo:

1.1 **Cultivos Intercalados (Intercropping):** Siembra simultánea en dos o más cultivos en el mismo terreno, en surcos independientes, pero vecinos.

1.2 **Cultivos Mixtos (Mixed Cropping):** Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, sin organización en surcos distintos.

1.3 **Cultivos en Fajas (Strip Cropping):** Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, pero en fajas amplias. Esto permite un manejo independiente de cada cultivo.

1.4 **Cultivos Dobles (Double Cropping):** Siembra de dos o más cultivos en secuencia, sembrando o trasplantando el segundo cultivo después de la cosecha del primer cultivo (mismo concepto para Cultivos Triples, etc.).

1.5 **Cultivos de Relevo (Relay Cropping):** Siembra de dos o más cultivos en secuencia, sembrados o trasplantando el segundo antes de la cosecha pero después de la floración del primero. Si la floración del primer cultivo se traslapa con la presencia del segundo cultivo, el sistema queda dentro de las categorías de cultivos intercalados o cultivos mixtos.

1.6 **Cultivos de Soca (Ratoon Cropping):** El cultivo de la soca después de la cosecha, y no necesariamente para cosechar el grano.

2. **Monocultivo (Monoculture):** Siembra de una variedad de un cultivo con su densidad normal (sinónimo con siembra uniforme-sole planting or sole crop).

3. **Patrón de Cultivos (Cropping Pattern):** La secuencia anual y la colocación física de los cultivos, o de los cultivos y el barbecho en determinado campo.

4. **Sistema de Cultivos (Cropping System):** Los patrones de cultivos utilizados en una finca y sus interacciones con recursos u otras actividades en la finca, así como la tecnología disponible que determina su composición.

5. **Índice de Cultivos (Cropping Index):** El número de cultivos sembrados anualmente en determinado terreno x 100 (aplicable a los varios tipos de cultivos múltiples).

6. **Relación Equivalente de Terreno (Land Equivalent Ratio):** La relación entre el área que se necesita sembrar con monocultivos y el área (1 ha) de cultivos múltiples para dar igual cantidad de producto bajo el mismo nivel de manejo. Por ejemplo: para el cultivo intercalado de maíz y frijol se tendría: $REL (= LER) = \frac{\text{Rendimiento de maíz en asociación} / \text{Rendimiento de maíz en monocultivo}}{\text{Rendimiento de frijol en asociación} / \text{Rendimiento de frijol en monocultivo}}$

Propagación in vitro de manzanos

Un nuevo método de propagación de estacas de manzano permite la producción anual de muchos miles de plantas a partir de un solo brote. Esto se desarrolló después del descubrimiento de que un constituyente fenólico de la savia del manzano, la floridizina, y uno de los productos de su descomposición, el floroglucinol, promovían el crecimiento de brotes de manzano cultivados *in vitro* (*ARC Research Review*, vol. 2 p. 7-1). El método es aplicable también a esquejes de ciruelo y cerezo, y permite la multiplicación rápida de material genético nuevo en árboles frutales de hojas caducas.

En los últimos años se han producido grandes avances en explotar las técnicas de laboratorio de cultivos de tejidos para la propagación de plantas útiles. A pesar de exigir técnicas cuidadosas de mantenimiento de ambientes exactos, estables y estériles, tienen la ventaja de dar tasas muy altas de multiplicación alcanzando aumentos hasta de un millón por año, como señala Murashige en su revisión de 1974 (*Ann Rev Plant Physiology* 25:135-166).

Varias especies herbáceas, particularmente orquídeas, *Geibera* y fresas pueden ser ahora propagadas rápidamente meristemáticamente (Cf *Turrialba* 18:6. 1968). Recientemente, se ha sabido que se estaba estudiando la propagación de meristemas de manzanos (Cf *Turrialba* 26:7. 1976).

Los trabajos de O.P. Jones en la Estación de Investigación de East Malling, Inglaterra, publicados en 1976, han mejorado las perspectivas para la propagación de especies leñosas, frutales y forestales. Un constituyente de la savia que va de las raíces del manzano a los brotes terminales; el glucósido fenólico floridizina, incrementó notablemente el crecimiento de brotes cultivados *in vitro*.

Subsecuentemente, el floroglucinol, un producto de la descomposición de la floridizina, se encontró que era aún más eficaz (*Nature* 262:392, *Erratum* 262:724. 1976). Los brotes de manzano cultivados en un medio que contenía floroglucinol producían en promedio cuatro veces más brotes que los testigos sin el producto. Además, el floroglucinol duplicaba la proporción de los brotes que emitían raíces.

El método, llamado también de micropropagación, hace claramente posible la producción de muchos miles de esquejes al año partiendo de un sólo brote. Se está aplicando a la multiplicación del cultivar mejorado M 27, así como también a nuevos clones de ciruelos y cerezas, que están respondiendo bien a medios de cultivos que contienen floroglucinol.

Mechanized planting of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) stem cuttings on Guyana's light peats and peaty clays.*1/

A. H. WAHAB, P. F. ROBINSON, I. HASSAN**

COMPENDIO

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) está cambiando su posición en Guyana, de un cultivo tradicional menor a una plantación comercial de importancia. Para evitar el depender únicamente de la mano de obra para el sembrío, los esfuerzos para mecanizar esta operación han resultado en el diseño, construcción y pruebas de una máquina costadora de tallos y un plantador de tres surcos, para yuca.

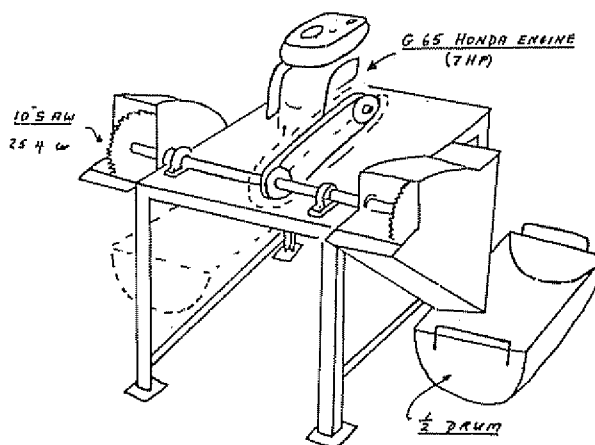
Se condujeron estudios comparativos de campo de operaciones manuales y mecanizadas, tanto en campos con camellones como planos. Independientemente del tipo de suelo, tipo de campo y método de plantación, las parcelas a los 52 días variaron desde 86 a 105 por ciento de la densidad estándar esperada. Además, no hubo diferencia significativa en el rendimiento de raíces frescas a los 12 meses (18,5 ton/ha usando un cultivar local no mejorado), independientemente del método de plantío y del diseño del campo. Las características de estas máquinas se presentan y se comparan con las operaciones manuales. Se discuten los costos y las comparaciones económicas.

Introduction

CASSAVA is changing its status in Guyana from a traditional peasant crop to one of economic importance. Currently, four mills are being constructed to produce cassava flour. To ensure adequate supplies of cassava to these mills it appears necessary to establish several cultivation of over 500 ha each. In the event that labour is scarce, which appears to be true at two of the plant locations, it may be necessary to employ a combination of manual and mechanical cultural practices to achieve planned production rates. This paper describes a) a machine for preparing cassava stem cuttings and b) a device for planting on either ridged or flat beds. The characteristics of these machines are presented and compared with manual operations. Costs (based on local rates) and economic comparisons are developed.

Equipment: Design Construction and Operation

A Stick Cutting Machine (SCM) has been developed for the preparation of standard length planting material. This device (Fig. 1) is constructed of an angled-iron frame stand 75 cm high and topped with



* Received for publication December 28th 1976

1/ Cassava Project Report No 1 of the Crop Development Office, Project Evaluation Unit, Guyana Sugar Corporation Limited, Georgetown, Guyana

** Crop Development Officer, Experimental Engineer, and Field Supervisor Guyana Sugar Corporation Limited, Georgetown, Guyana. Present address of Dr Wahab: IICA Office P O Box 319 Kingston 6, Jamaica.

6mm metal plate having 60 cm in width and 75 cm in depth. Two circular saws (25 cm) are fitted to the ends of a shaft 90 cm long. The shaft runs on pulley blocks bolted to the top of the stand 12.5 cm from the front edge, with the saws standing out on some 15 cm of shafting at either side. Each saw is enclosed in a metal sheet guard/chute secured to the side of the frame, and extending downwards to an open end some 40 cm above the ground. The shaft is driven by a vee belt from a 7 Hp general purpose motor mounted on the rear of the platforms, to give 2000 rpm.

In use, two operators hold 3 or 4 cassava stalks at a time outside the guard box, and feed in towards the stand. The edge of the frame is used as a stop gauge on the free end of the work to give a cut length of circa 15 cm. The cut material is delivered, via the guard/chute to portable bins (longitudinally split oil drums, with welded handles) placed on the ground. In operation, 5000 stem cuttings are produced per machine hour. Thus at a planting density of 0.9 m \times 0.9 m, 48 man hours are required to supply enough planting material for one ha.

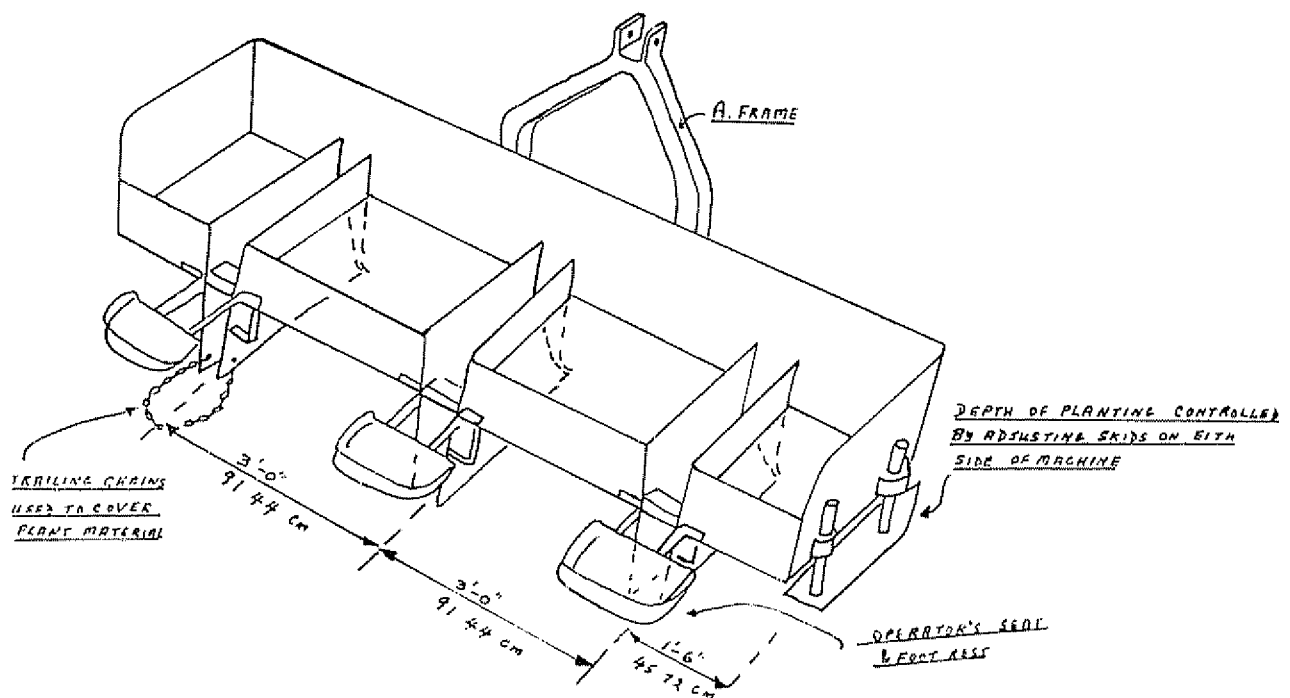
The device developed for planting cassava stems is the Three Row Planting Machine - TRPM (Fig 2). It consists of a horizontal parallel frame (3 \times 1 m) which is welded to a vertical 'A' frame for attachment to a three point linkage. On the parallel frame is mounted a hopper of circa 3 \times 1 \times 0.5 m, which is subdivided into four compartments by three planting channels at 0.9 m centres. Each channel consists of a

pair of vertical plates some 15 cm apart, descending below the frame where the leading edges join to form the tine. Behind each channel is a seat and foot-rest affording the operator a clear view of the furrow. Each channel trails a loop of chain. At either side of the TRPM a skid or foot 9 \times 0.3 m surface is attached by vertical rods running through clamp brackets.

In use, the TRPM, with three operators and some 400 kg stem cuttings is drawn by a tractor (60-75 Hp). Each operator takes sticks from the hopper on either side of him and drops them singly, via the planting channel, into the furrow opened by the tine. The sticks lie more or less flat in the furrow, and are lightly covered by the trailing chain. Planting depth is controlled by adjusting the height of the skids; and spacing within the row approximated 0.9 m. Marking out is unnecessary after the first pass; the inner skid is guided just inside the track of the last outer skid.

Field Trials: Soils, Land Preparation, Planting

Trials were conducted on an empoldered, drained site at Enmore Estate, Guyana. The site contained two soil types localised classified as Anira Peat (N^o 20) and Inki Clay (N^o 100) on which much cassava research has recently been focussed. These soils are extremely acidic (pH 3-4) infertile, high in organic matter (< 10%) and marginal for conventional agriculture.



Four plots were ploughed and rotovated: one 11 × 137 m (0.15 ha) on Anira peat; and three 16.5 × 137 m (0.227 ha) each, on the Inki clay, separated by drains (0.65 × 0.5 m). One of the Inki Clay plots was ridged, lengthwise, with ridges 0.3 m high and 0.9 m apart; but no ridges were made on the peat because of its excessively light and loose property when dry or merely moist.

The plots were planted in April 1975, immediately after land preparation and three weeks prior to the arrival of the long wet season. Within each plot, rows 137 m long and 0.9 m (36 inches) apart were marked out using the TRPM. Groups of three rows were randomly selected for mechanized planting, and intervening rows were planted by hand. All planting material was obtained from cultivar 'Brancha Butterstick', aged 9 months, grown at field nursery.

Planting operators, mechanical and manual, sought to maintain 0.9 m spacing between plants. For mechanized planting, 12-15 cm long stems were prepared on the SCM and planted from the TRPM. Planting depth on the TRPM was adjusted at ca 12.5 cm and the tractor was driven in low gear on planting passes. Records were kept of the rate of production on the SCM; and of the planting rate, including time to load the hopper with planting material and for turns.

Manual planting was effected by experienced sugar cane planters (a not dissimilar process). A stalk, (initially 1-2 m long) was held in one hand a cutlass in the other. The soil was disturbed to ca 12.5 cm depth, and one end of the stem was placed in the depression. The cutlass severed a length of some 15-23 cm which lay, rather than stood along a side of the depression where it was loosely covered with soil by the foot. Record was kept of the time taken per row (137 m), including time to bring the sticks from the edge of the field.

Management and Observations

All plots and all rows were similarly limed, fertilized and intensively managed throughout the experiment. Established plants were counted, at 35 and 52 days, in five arbitrarily selected row lengths of 27.5 m for each treatment in each plot. This permitted a comparison of average planting density achieved with standard density intended (100 plants per 91 m). Fresh root yield was sampled at 12 months, from five arbitrarily selected sequences of 25 plants in a row for each treatment, and extrapolated to ton/ha via the sampled row lengths.

Results and Discussion

Timings established for the various elements of the mechanized planting operation (Table 1) indicate an overall rate of 0.32 hectare per hour or 3.125 hrs. per hectare planted. There was no difference in the mechanized planting rate on ridged and on flat beds. The times would of course vary with other circumstances,

Table 1.—Timing of planting operations using a Three Row Planter (TRPM) and Cassava Stem Cutting Machine (SCM)

Planting (3x134 m rows)	Turning	Total	
TRPM (per pass)	5.0 min	1.0 min	6.0 min
TRPM (per full hopper using 15 cm long stems)	6.6 passes	= 0.24 ha	10 min
TRPM (per full hopper using 15 cm long stems) plus time to load hopper (5 min)			45 min
TRPM Planting rate (137 m rows spaced 0.9 m apart)			
= 0.32 ha/hr	=	3.125 hr/ha	
SCM Time to cut 15 cm sticks to fill hopper = 36 min	=	2.4 hr/ha	

including row length, spacing, and length of sticks (i.e. number of sets per hopper load). Table 2 indicates that mechanized planting is indeed labour saving, absorbing only 17.3 man-hours per hectare inclusive of tractor, TRPM and SCM operators. This compares with 62 and 75 man-hours manual planting on ridged and on flat beds respectively. Neither figure includes supervision or marking out, in the case of the manually planted operations.

Table 2.—Comparative inputs and costs (per hectare) for manual vs mechanized planting of cassava stem cuttings.

Planting Method	Field Layout	Physical input (man-hours)	Current rate (GS/hr) ^a	Cost GS
<i>Manual</i> (labour)	Ridged beds	62	0.90 ^b	56
	Flat beds	75	0.90	68
<i>Mechanized</i> (labour)	Ridged or flat beds	14.175	0.90	12.76
	Tractor cost inclusive of operator, fuel, lubricants and TRPM ^c		3.125	16.00
SCM ^d (inclusive of fuel)		4.80	1.00	4.80
Total cost for mechanized planting				67.56

a GS 2.57 = US \$ 1.00

b Current hourly rates prevailing in the Sugar Industry

c Three Row Planting Machine

d Stem Cutting Machine

Table 3—Stand establishment at 52 days after planting and fresh root yields (ton/ha) at twelve months of Hand vs Machine planted stem cuttings on ridged and flat Anira Peat and Inki Clay plots.

	Flat Bed				Ridged Bed Inki Clay N° 100		All Plots	
	Anira Peat N° 20		Inki Clay N° 100		Hand	Machine	Hand	Machine
	Hand	Machine	Hand	Machine				
<i>Stand Establishment</i>								
% of expected standard density	125.3	88.7	91.0	92.7	96.0	78.0	105.1	86.4
(plants/ha) × 1000 ¹	15.0	10.6	11.2	11.1	11.5	9.3	12.6	10.3
Mean inter-row spacing (cm) of 5 × 25 contiguous plants within a row at harvest	79.7	91.4	82.9	89.5	85.8	89.0	82.8	90.0
(Plants/ha) × 1000	15.7	11.9	13.2	12.2	12.3	12.3	13.2	12.2
Yield (tons/ha)	17.3	20.4	18.5	13.4	19.0	21.0	18.3	18.3

¹ Theoretical density at a plant spacing of 0.92 m × 0.92 m = 12 000 plants/ha.

On this basis, mechanized planting costs the same as manual planting on flat beds but exceeds manual planting costs on ridged beds by 21%. Also this comparison reflects institutional factors, machine utilisation rates, and costing principles employed in the Guyana Sugar Industry and which would not necessarily apply to cassava production, and therefore is not conclusive. Further, in repetitive cassava cultivation, planting material is a virtually free by-product of the previous crop. However, when new cultivations are established, or new varieties introduced, the supply of cassava stalks may be costly. In Guyana, for example, at the going price, plant material sufficient for the mechanized planting procedure (*ca.* 12 000 × 15 cm per ha) would have cost twice as much as the mechanized planting operations (at sugar industry rates); not counting transport cost.

Since, in theory, the set was entirely covered as it was planted, it was not possible to make direct observations at sowing of the spacing actually achieved with the TRPM. Several sets (not recorded) were visible wholly or partially on the surface after planting, indicating that despite adjustments, the control of planting depth and operation of the trailing chain were not fully satisfactory. This was particularly the case on the ridged Clay beds, and on the Peat, where the seed beds were less level than on the flat clay beds. The authors believe that uniform coverage could have been achieved by the use of heavier trailing chain.

The main test of planting performance was the count of live plants at 35 and 52 days (Table 3). Overall, mechanical planting established stands at 86.4 per cent

of the intended planting density (at 52 days); compared with 105.1 per cent for hand planted rows. At the earlier count, the manually planted stands had achieved 93 per cent of their final density, whereas machine stands were less advanced at 74 per cent of final density. Mechanically planted stands were thinner than hand planted ones on the ridged Clay and Peat beds, where problems in planting depth and stem coverage had been most noticeable. However, on flat clay beds, the mechanically planted stands were as dense as the hand planted; and conspicuously denser than those mechanically planted on ridged beds of the same soil type.

Unfortunately, the method of measuring planting success did not distinguish between the actual planting rate, stem viability and/or subsequent mortality following germination as determinants of stand establishment. It is likely that all of these factors played a part. Also, a three week dry spell following planting might have impeded germination and subsequent seedling establishment. However, the comparison suggested that on well levelled flat beds, mechanical planting is as effective as the manual method; but where the planting surface is uneven, the manual method secured a more uniform planting depth and better soil contact, thus resulting in slightly earlier and substantially higher germination.

Since the initiation of these trials, Makanjuola (1) has published details of a semi-automatic cassava planting device. The device accomplishes both ridging and vertical planting in the same operation. Spacing is controlled 'fairly accurately' by wheel speed, and only 3 per cent of stalks were misplanted as to depth. Stand

establishment at 3 weeks was 99.5 per cent. Presumably, soil moisture was optimum for germination. This is a two row device, and the quoted planting rate of 0.216 ha/hr compares well with the 0.35 ha/hr for the Three Row Planting Machine, described in this paper.

At harvest, it was apparent that mechanized planting resulted in near precision inter-row spacing (90 cm) on all plots sampled (Table 3) whereas manually planted sticks were invariably closer spaced (83 cm). Fresh root yields expressed as a function of stand density achieved indicated that irrespective of planting method plot yields were the same, at 18.3 ton/ha. On the Anira peat plot, machine planting resulted in yields of 20.4 vs 17.3 tons/ha for manually planted sticks. However, on the flat Inki clay plot this situation was reversed in that machine planting resulted in 5 ton/ha less than the manual (18.5 tons/ha). During harvest, it was observed that on the flat Inki clay beds machine planted sticks produced root tubers at a soil depth 15 cm deeper than roots arising from manually planted sticks. It is plausible then that during recurring periods of sustained heavy rainfall between the eight and 12th month high water table impeded accumulation of root dry matter on the mechanically planted flat clay plots thereby resulting in a distinct yield loss.

Notas y Comentarios

Dos nuevos virus de la papa del Perú

Es muy conocida la susceptibilidad de las papas a las enfermedades de virus, y hay registrados unos 20 virus en papas en Europa y América del Norte. Menos conocidos son los virus de la región andina de América del Sur.

Recientes investigaciones hechas en el Instituto Escocés de Investigación Hortícola, en Invergowrie, Dundee, por L. F. Salazar, del Centro Internacional de la Papa, de Lima, Perú, en colaboración con B. D. Harrison, han identificado dos virus no descritos previamente, el "potato black ring spot virus" (PBRV) y el virus T de la papa (PVT) (*Nature* 265 (5592): 337-338, 1977).

El cultivo del primer virus, PBRV, fue aislado de una planta del cultivar "Antarqui" (*S. tuberosum* subsp. *tuberosum* x *S. tuberosum* subsp. *andigena*) cultivada en Huasa Huasi, Jenín, Perú, y que mostraba manchas necróticas en los ápices de las hojas. Se observaron los síntomas en inoculaciones en *Chenopodium quinoa* y en *Phaseolus vulgaris* cv. "The Prince". Las preparaciones purificadas contenían numerosas partículas isométricas. Las pruebas serológicas indicaron que el PBRV está distantemente relacionado con el "Tobacco ring spot virus" y que pertenece al grupo de los nepovirus.

El cultivo del segundo virus también se obtuvo del cultivar de papa "Antarqui". La savia de quinua infectada muestra partículas filamentosas y las pruebas serológicas indican que el PVT está relacionado al "apple stem grooving virus" pero no a los virus S o M de la papa. Significativamente, el PVT es transmitido frecuentemente por las semillas de varias solanáceas, tales como *Datura stramonium*.

El informe alerta a los patólogos de la ocurrencia de estos dos virus e indica cómo pueden ser detectados. Ambos parecen ser ampliamente distribuidos en el Perú. Los resulta-

Summary

Cassava is changing its status in Guyana from a traditional minor crop to a commercial plantation crop. To ensure against sole reliance on manual labour for planting, efforts to mechanize this operation have resulted in the design, construction and trial of a cassava stem cutting machine and a three-row planter.

Comparative field studies were conducted on manual vs mechanized operations in flat and ridged fields. Irrespective of soils, type of field preparation and planting method, overall plot stands at 52 days ranged from 86 to 105 per cent of the expected standard density. Also, there was no significant difference in overall fresh root yield at 12 months (18.5 ton/ha using an unimproved local variety) irrespective of the planting method and the field lay-out. The characteristics of these machines are reported and compared with manual operations. Costs and economic comparisons are discussed.

Literature cited

1. MAKANJUOLA, G. A. The semi-automatic device for planting cassava stem cuttings on ridges. *Appropriate Technology*, 2(4):24-25, 1976.

dos apoyan también la idea de que la Región Andina puede ser considerada no sólo el principal centro de diversificación de las especies tuberíferas de *Solanum* sino también de sus virus. Otros virus que no fueron llevados en las primeras exportaciones de plantas pueden estar todavía confinados en la región andina. Ciertamente, los patólogos peruanos poseen evidencia de otros virus, en adición a PBRV y PVT, que no han sido encontrados en otras partes.

Congreso Americano de Horticultura Tropical

La Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas, Región Tropical, celebrará su XXV Congreso en Quito, Ecuador, del 29 de agosto al 3 de setiembre de 1977. La reunión está auspiciada por el Ministerio de Agricultura y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Las secciones principales tratarán de temas de fruticultura, cultivos hortícolas y plantas ornamentales de la América tropical.

Se realizarán giras a centros de investigación y lugares turísticos.

El presidente del certamen es Pablo E. Larrea y el secretario, Juan G. Vega. La dirección para obtener mayor información es Casilla 2600, Quito.

Publicaciones

Nouvelles Agronomiques des Antilles et de Guyane. Desde 1975 está circulando la revista trimestral de este nombre, publicada por el Centre de Recherches Agronomiques Antilles Guyane del Institut National de la Recherche Agronomique de Francia. Contiene trabajos originales de investigación agrícola realizados en la zona del Caribe Francés. La dirección es INRA Antilles Guyane, Service de Documentation, 97170 Petit Bourg, Guadeloupe, Antillas Francesas.

Notas y Comentarios

Recursos genéticos del ganado de carne

El amplio espectro de los tipos de ganado de carne disponibles en el mundo proporciona a los ganaderos la oportunidad de comparar los recursos genéticos con la producción específica y con los requisitos del mercado, siempre que se conozcan los puntos fuertes y débiles de cada tipo de ganado.

El servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos, en colaboración con la Universidad de Nebraska, en Lincoln, está desarrollando la información necesaria para el uso inteligente de estos recursos genéticos mediante la evaluación a largo plazo del germoplasma para carne (*Agricultural Research* December 1976).

El objetivo del programa, manifiesta el director del US Meat Animal Research Center, Dr Keith E Gregory, es caracterizar, en cruces entre razas o en las razas mismas, las relaciones biológicas y ambientales entre caracteres relacionados con el crecimiento, eficiencia del uso de alimentos, composición de la canal, calidad de la carne y reproducción.

En el primer ciclo del estudio, se cruzaron con inseminación artificial vacas Angus y Hereford con 200 toros que representaban siete razas: Angus, Charolais, Hereford, Jersey, Limousin, Simmental y South Devon. Se produjeron más de 2 300 terneros. Los novillos se engordaron y beneficiaron y las vaquillas se criaron hasta la madurez y se cruzaron.

Los cruces con Charolais y Simmental tuvieron más altas ganancias diarias antes del destete, fueron más pesadas al destete, tuvieron mayores pesos al nacer, y más dificultad en los partos que los otros cruces. Los cruces con South Devon y Limousin fueron similares a los cruces Hereford-Angus en peso al destete, intermedios en peso al nacer, y más parecidos a los cruces con Charolais y Simmental en dificultad en los partos. Los cruces con Jersey los más livianos al nacer y al destete y tuvieron la menor dificultad en el parto.

En el corral de engorda, los novillos de los cruces con Charolais y Simmental, seguidos por los cruces con South Devon fueron los más grandes a los 405 días de edad y los de engorda más rápida. Los cruces Hereford-Angus y con Limousin fueron similares en peso; los toretes hijos de toros Jersey fueron los más pequeños y de engorde más lento.

Los investigadores computaron la eficiencia del uso del alimento de unos 1100 novillos. La eficiencia del engorde durante 217 días mostró una ventaja de la engorda rápida sobre la engorda lenta a pesar de los pesos más altos mantenidos. Según esta medida, los novillos del cruce con Charolais fueron los más eficientes y los cruces con Jersey los menos.

El cálculo de la eficiencia según el alimento necesario para aumentar el peso de 240 a 470 kg favoreció a los grupos híbridos más lejanos del tamaño a la madurez debido a la composición más magra de sus ganancias en peso. Sobre esta base los cruces con Charolais fueron significativamente más eficientes que todos los otros grupos excepto el Simmental, y los cruces con Jersey fueron los menos eficientes.

Los novillos fueron sacrificados y calificados en una planta comercial, y el lado derecho de cada canal fue procesado en la Universidad del Estado de Kansas, en Manhattan, con el objeto de obtener información detallada y una evaluación de aceptabilidad por un panel de catadores.

Los cruces con Charolais, Limousin y Simmental tuvieron un porcentaje de cortes de primera significativamente más alto y un porcentaje más bajo de grasa. Los grupos de South Devon y Hereford-Angus fueron intermedios, y los cruces con Jersey, los más bajos.

El sabor de los bistecs de costilla estimado por un panel de catadores experimentados estuvo bastante por encima de la aceptabilidad mínima en todos los grupos cruzados, y las diferencias entre ellos fueron pequeñas.

En la evaluación del crecimiento de 945 vaquillas, las provenientes del cruce con Charolais, Simmental y South Devon fueron las más pesadas a la edad de 400 días, seguidas estrechamente por Hereford-Angus y Limousin. Las cruzadas con Jersey fueron las más livianas.

Las vaquillas de los cruces con Limousin y Charolais fueron las de mayor edad cuando alcanzaron la pubertad; los cruces con Hereford-Angus, South Devon, y Simmental fueron intermedios, y los cruces con Jersey fueron las más jóvenes. La raza de la madre tuvo un efecto grande en favor de las madres Angus en el por ciento de vaquillas que alcanzaron la pubertad entre los 270 y 510 días de edad. Pocas vaquillas de madres de dos años alcanzaron la pubertad a los 390 días y el porcentaje se elevó conforme aumentó la edad de la madre.

Control natural de enfermedades de frutales

Siguiendo el trabajo previo del Dr. Allen Kerr, en Australia, que creían al principio "casi demasiado bueno para ser verdad", dos fitopatólogos de la Universidad de California, W. J. Moller de Davis, y M.N. Schroth de Berkeley, han obtenido lo que llaman un "espectacular control biológico de una enfermedad bacteriana" (*California Agriculture*, Vol 30, p. 8). La naturaleza espectacular del control consiste en que se obtiene sin usar productos químicos persistentes, dañinos o que estimulan resistencia.

La enfermedad en cuestión es la agalla de la corona, producida por *Agrobacterium tumefaciens*, que ocurre en todo el mundo y es especialmente seria en viveros de frutales de hueso. Los árboles jóvenes crecen pobremente y se quedan achaparrados.

El hallazgo básico de Allen Kerr fue que simplemente sumergiendo las plántulas en una suspensión de una cepa especial no virulenta de *A. tumefaciens*, que por sí misma no causaba síntomas de la enfermedad, se producían árboles que se desarrollaban sanos, aún cuando el suelo estuviese infectado con la bacteria patógena.

Para verificar este sorprendente resultado, Moller y Schroth usaron 10-10 plántulas de un año de almendros, ciruelos, durazneros y albaricoques. Primero las rasparon y dañaron deliberadamente con rastrillos, para asegurarse que las bacterias atravesaran la corteza, y entonces asperjaron las plantas con una suspensión de la bacteria activamente infecciosa. Sólo después de esta inoculación trataron una cuarta parte de las plántulas con una inmersión de cinco segundos en una suspensión de alrededor de 10 millones de células por milímetro de la cepa no virulenta, la que fue proporcionada por el Dr. Kerr.

Otra cuarta parte de las plántulas fue simplemente sumergida en agua, para que sirviese de testigo, y el resto fueron tratadas químicamente con Dowco 242, en dos dosificaciones distintas. Las plántulas se trasplantaron entonces, y seis meses más tarde fueron desenterradas, y se contaron las agallas presentes.

Los árboles sin tratar, a excepción de los albaricoques, estaban muy afectados por las agallas. De 157 árboles de almendro, durazno y ciruela que sobrevivieron, sólo 10 dejaron de producir agallas, mientras que 84 presentaron máximos de seis o más agallas. La inmersión en la bacteria inocua tuvo efectos dramáticos: 148 de 201 árboles sobrevivientes no tenían agallas, y sólo una tuvo seis o más. En contraste, los intentos de control químico tuvieron poco o ningún efecto en cualquiera concentración, excepto en los albaricoques.

Como las plantas no encuentran en un vivero ni tales maltratos ni dosis tan altas de la bacteria, Moller y Schroth piensan que está justificado el deducir que en condiciones más normales, este tratamiento biológico simple puede muy bien suministrar protección completa contra la enfermedad. Ya se han iniciado trabajos complementarios, tanto para encontrar la forma como este tratamiento proporciona a los árboles protección contra la infección bacteriana (la producción de un antibiótico es una posibilidad que se investiga), así como si funcionará también con otros tipos de árboles, como el nogal, el cerezo o la vid.

Comparado con el amplio uso del control biológico contra los insectos que afectan los cultivos, su uso contra los microorganismos que causan enfermedades en las plantas está todavía en sus etapas más tempranas. Sin embargo, su futuro parece ser muy promisorio.

Defoliación artificial para estimar pérdidas por daños foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)*

G. E. GALVEZ, J. J. GALINDO, G. ALVAREZ**

ABSTRACT

Bean diseases such as rust (*Uromyces phaseoli* var *typica*), web blight (*Thanatephorus cucumeris*), and angular leaf spot (*Isariopsis griseola*), among others, not only destroy plant foliage but also cause physiological damage. To determine yield losses, the cultivars 'ICA-Guali' and 'Porvillo Sintético' were artificially defoliated to simulate disease attack. Twenty, 40, 60, 80, or 100 per cent of the leaf surface area was removed at one of the following plant development stages: formation of first trifoliate leaves, initiation of flowering, pod formation, or initiation of maturation (60 days after planting). From 3 replications yield losses from 100% defoliation were greater at the growth stages initiation of flowering and pod formation. At those stages, losses were 59 and 77 per cent respectively, for 'ICA-Guali', for 'Porvillo Sintético', losses were 60 and 73 per cent in the same periods. During the formation of first trifoliate leaves, 100 per cent defoliation decreased yields of 'ICA-Guali' 34% and those of 'Porvillo Sintético' 49 per cent. Total defoliation in stage of initiation of maturation decreased yields 20 per cent in both cultivars.

Introducción

ALGUNAS enfermedades foliares del frijol como la roya (*Uromyces phaseoli* var *typica* Arth.), mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.), oidio (*Erysiphe polygoni* S.C. ex Meract), mancha redonda (*Chaetoseptoria welmani* Stevenson), añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli* (E.F.S.M.) Daws.), etc., además de causar disturbios fisiológicos en la planta ocasionan destrucción del área foliar.

La reducción del área fotosintética disminuye los rendimientos. Hammerton (7) encontró que la defoliación en soya (*Glycine max* L.) reduce el número de vainas, el tamaño de la semilla y los rendimientos de grano. Taylor (10) demostró que la defoliación en arroz (*Oryza sativa* L.) después del período de macollamiento, reduce el rendimiento del grano. Enyi (3) encontró en sorgo (*Sorghum bicolor* L.) reducción en la producción cuando las plantas defoliaron durante la aparición de la hoja bandera.

Según Brown and Mohamed (2), la defoliación producida por *Spodoptera exempta* (Walk) en varias especies de la familia Graminae causan devastadores daños en las plantas hasta el punto de no poder recobrase y perderse por completo el cultivo.

Enyi (4) demostró que la defoliación reduce el peso seco de tallos, vainas, granos y tamaño de la semilla en cuatro leguminosas: maní (*Arachis hypogaea* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), soya (*Glycine max* (L.) Merr.), y mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczak). También encontró que las mayores reducciones ocurrieron cuando las plantas se defoliaron en el estado temprano de vainas. Sus resultados demuestran que los asimilados producidos durante el estado de reproducción son usados principalmente en el crecimiento de las vainas. Woodburn y LeBaron (11) simulando daño ocasionado por granizo encontraron que la defoliación del frijol causaba una disminución mayor en el rendimiento cuando se realizaba en la etapa de completa floración o más tarde.

El objeto del presente trabajo fue conocer el efecto producido por la defoliación en el desarrollo y rendimiento de la planta de frijol, determinación de las épocas críticas en su crecimiento, los niveles de daño tolerables y el tiempo apropiado para efectuar un con-

* Recibido para la publicación el 31 de marzo de 1977.

** Fitopatólogo, y Asistentes de Investigación respectivamente, del Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

trol económico de las enfermedades que afectan a este cultivo. Resultados preliminares del trabajo fueron publicados (5) en resumen.

Materiales y Métodos

El trabajo se efectuó en los campos del CIAT (Palmita, Colombia), situado a 1000 m.s.n.m., con 1000 mm anuales de precipitación, y 24°C de temperatura.

Se utilizaron dos cultivares: 'ICA-Gualí', de crecimiento determinado, hoja grande, y grano grande de color rojo con estrías cremas, y 'Porrillo Sintético', de crecimiento semi indeterminado, de hoja mediana, y grano mediano de color negro.

Los tratamientos consisten en la defoliación del 20, 40, 60, 80 y 100 por ciento del área foliar presente dejando un testigo absoluto. Estos tratamientos se realizaron en cuatro épocas diferentes: en plantas con sus tres primeras hojas trifoliadas; a la iniciación de la floración; a la formación y llenado de vainas; y a la iniciación de la madurez fisiológica de los granos.

Estas etapas ocurren aproximadamente 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra, bajo las condiciones de CIAT.

Para la defoliación se usaron tijeras, cortando hoja por hoja en diferentes direcciones. Se determinó el área foliar total y la suprimida para poder calibrar la labor de cada operador, y se tomaron varias muestras al azar para hacer correcciones. Durante el experimento se emplearon los mismos operarios para evitar variaciones en los tratamientos. El porcentaje de defoliación varió aproximadamente en un 3 por ciento.

Cada tratamiento se repitió cuatro veces. Se utilizó un diseño de parcelas divididas. Cada parcela constó de 5 surcos, de 4 metros de longitud, separados entre sí 0,6 m. Diez días después de la siembra se raleó dejando 10 plantas por metro de surco.

Se cosecharon los tres metros centrales de los tres surcos interiores de cada parcela. Se determinó la humedad de las muestras cosechadas y se corrigió al 14 por ciento de contenido de humedad.

Antes de cada siembra se incorporó un fertilizante completo 8-30-8, a razón de 200 kg, 100 kg de urea (46%), 50 kg sulfato de zinc (20% de Zn), 10 kg de borax (10% de B), y 5 kg de Ryplex (25% de Fe) por hectárea. La siembra se hizo en plano, a mano en surcos de 0,025 m de profundidad, aplicando Furacán en el fondo del mismo, a razón de 25 kg/ha. El control de malezas fue permanente aplicando herbicida pre-emergente y dos desyerbas con azadón a los 30 y 50 días después de la siembra. Se controlaron enfermedades foliares de acuerdo a su presencia y severidad.

Resultados

1. Defoliación en toda la planta

En la Figura 1 se muestra gráficamente la reducción en el rendimiento debido a los tratamientos de defoliación. El rendimiento decreció en todos los casos si se compara con el testigo.

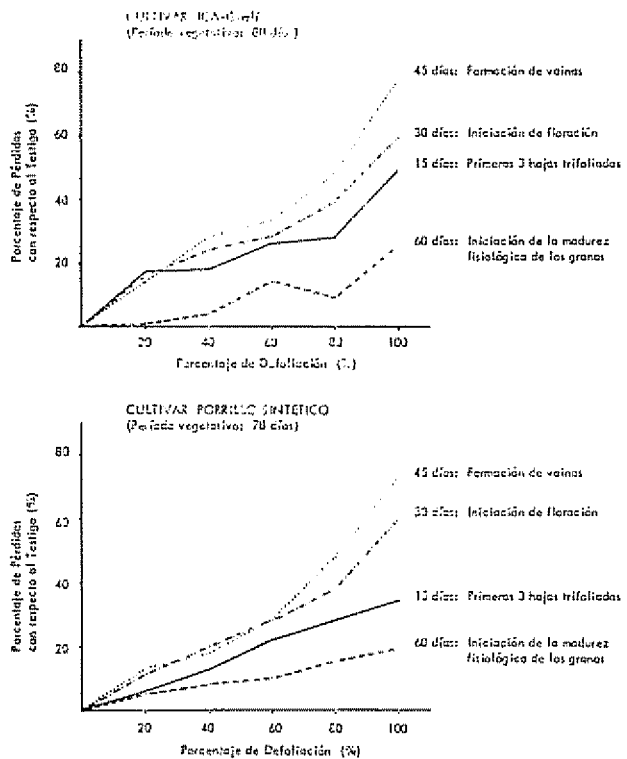


Fig. 1. — Pérdidas debidas a defoliación artificial en los cultivares 'ICA-Gualí' y 'Porrillo Sintético'. Los datos corresponden a tres años de experimentación.

La diferencia en rendimiento entre los semestres se explica por la desigual distribución de la precipitación. En el primer semestre del año la lluvia fue más abundante y estuvo mejor distribuida.

En las parcelas defoliadas al 100 por ciento a los 15 días, las plantas desarrollaron gran cantidad de brotes, recuperaron buena parte de su follaje y demoraron su cosecha 15 días en comparación con los demás tratamientos. Los rendimientos decrecieron 34% en 'Porrillo Sintético' y 49 por ciento en 'ICA-Gualí'.

La Figura 1 muestra que las mayores reducciones ocurrieron en los estados de iniciación de la floración y fueron más notables durante el "llenado" de las vainas. En 'ICA-Gualí' las reducciones fueron de 16, 24, 28, 39 y 59 por ciento cuando se suprimió el 20, 40, 60, 80 y 100 por ciento del área foliar al iniciar la floración y en 'Porrillo Sintético' fueron de 11, 20, 28, 38 y 60 por ciento de pérdidas en los rendimientos para los mismos tratamientos, respectivamente.

Al iniciar el "llenado" de vainas, en 'ICA-Gualí' la disminución en el rendimiento fue de 14, 28, 33, 48 y 77 por ciento para los tratamientos de defoliación nombrados anteriormente, y de 13, 18, 28, 48 y 73 por ciento para 'Porrillo Sintético', respectivamente.

No hubo diferencias significativas de rendimiento cuando la defoliación se efectuó a la iniciación de la madurez fisiológica de los granos.

2. Defoliación a dos niveles de la planta

A los 20 y 40 días hubo apreciables reducciones en los rendimientos cuando se defolió la parte alta de la planta y hubo una relación de pérdida de acuerdo con el porcentaje de área defoliada. A los 20 días una defoliación del 60 por ciento redujo 20 por ciento los rendimientos y a los 40 días el mismo tratamiento disminuyó un 27 por ciento.

La defoliación de la parte baja de la planta redujo menos los rendimientos. A los 20 y 40 días estos valores fueron de 6 y 13 por ciento cuando la parte baja se defolió en un 60 por ciento.

Los tratamientos realizados a los 60 días nuevamente no mostraron diferencias significativas entre sí.

Discusión

La supresión del área foliar del frijol reduce los rendimientos. La planta, sin embargo, tiene un poder de recuperación del área foliar suprimida que varía con la época de desarrollo. Así en el cultivar 'ICA-Gualí' este poder de recuperación fue mayor a los 15 días cuando apareciendo nuevos brotes que originaron nuevas hojas. A los 30 días este poder de recuperación fue intermedio y a los 45 días fue muy bajo.

A los 45 días de desarrollo de la planta se inicia el "llenado" de las vainas y se necesitan los productos de la fotosíntesis para cumplir esta función. En esta época de defoliación ocurren las mayores reducciones de rendimiento porque no hay suficiente tejido fotosintético y el poder de recuperación es muy bajo. A los 60 días de desarrollo el poder de regeneración del área fotosintética es casi nulo, pero ya no es necesario porque para esta época ha terminado el crecimiento de la semilla. La madurez fisiológica ocurre a los 75 días.

En el cultivar 'Porrillo Sintético' las reducciones en el rendimiento fueron menores que en el cultivar 'ICA-Gualí' cuando se defolió un 20, 40 y 60 por ciento, debido a su mayor poder de recuperación del área foliar perdida, ocasionado probablemente por su hábito de crecimiento indeterminado.

Woodburn y LeBaron (11) encontraron que en frijol las mayores pérdidas en rendimiento ocurrían cuando las plantas se defolaban en la época de completa floración o más tarde. Los resultados del presente estudio muestran que las mayores pérdidas en rendimiento ocurren en el período de iniciación de "llenado" de las vainas. En las dos variedades su recuperación es mucho menor cuando la defoliación es mayor del 60 por ciento.

En la defoliación a dos niveles de la planta se observa que la mayor reducción en el rendimiento ocurre a los 45 días cuando se defolia la parte superior de la planta porque se suprime el tejido de mayor capacidad fotosintética.

En presencia de ataques de enfermedades foliares o daño de insectos a las hojas se pueden esperar respuestas a la protección química cuando se ha afectado menos del 60 por ciento del área foliar. Ataques tempranos al ser controlados dan oportunidad a la planta de recuperar sus tejidos y producir rendimiento económico. Pérdidas foliares por estas mismas causas después de los 60 días no causan reducciones significativas en el rendimiento, no siendo aconsejable el uso de pesticidas. En la protección vegetal se debe dar mayor cuidado a las partes nuevas con mayor capacidad de producción.

Del estudio se deduce que un control práctico se debe efectuar con aplicaciones a la formación de las primeras tres hojas trifoliadas, a la iniciación de la floración, y, a la formación de la vaina, y, llenado de los granos. Así mismo, el estudio indica que aquellas enfermedades que usualmente se localizan en las hojas bajas son de menor importancia económica así como aquellas que se presentan tardías, cuando en la planta de frijol se está iniciando la madurez fisiológica de los granos.

Estos estudios se pueden también aplicar al control de insectos particularmente masticadores, que son los que causan mayores daños foliares. Igualmente son una guía práctica para un uso racional de plaguicidas y en la planeación de un control integrado de enfermedades e insectos que atacan frijol.

Resumen

Enfermedades del frijol tales como la roya (*Uromyces phaseoli* var *typica*), mustia hilachoza (*Tbanatephorus cucumeris*), mancha angular (*Isariopsis griseola*) y otras, además de causar disturbios fisiológicos en la planta ocasionan destrucción del área foliar. La magnitud de estas pérdidas en el frijol se determinó en los cultivares ICA-Gualí y Porrillo Sintético, por supresión de 20 - 40 - 60 - 80 y 100 por ciento del área foliar en 4 estados diferentes de desarrollo de la planta. Estos cuatro estados correspondieron a las primeras tres hojas trifoliadas, iniciación de la floración, formación de vainas e iniciación de la madurez fisiológica, respectivamente. Tres siembras diferentes mostraron que en los períodos de iniciación de la floración y de la formación de las vainas las pérdidas fueron de 59 y 77 por ciento en comparación con el testigo en ICA-Gualí cuando se defolió 100 y 60, y 73 por ciento en Porrillo Sintético; las pérdidas cuando la planta tenía tres hojas trifoliadas fueron de 34 por ciento para 'Gualí' y de 49 por ciento para 'Porrillo Sintético' a un 100 por ciento de defoliación. A la iniciación de la madurez fisiológica, o sea 60 días después de su germinación, las pérdidas fueron alrededor del 20 por ciento a un 100 por ciento de defoliación. Estos resultados indicaron que los períodos críticos de la planta fueron durante la pre-floración, formación y llenado de las vainas. Aplicaciones de fungicidas para el control de varias enfermedades foliares durante estas épocas críticas han corroborado estos resultados.

Literatura Citada

- 1 AUSTARA, O. The effect of artificial defoliation on the growth of *Pinus patula* in East Africa. East African Agricultural and Forestry Journal 36: 114-188 1970.
- 2 BROWN, E. S., y MOHAMED, A. K. A. The relation between simulated armyworm damage and crop-loss in maize and sorghum. East African Agricultural and Forestry Journal 37:(3): 237-257. 1972.
- 3 ENYI, B. A. C. Effect of defoliation at flay leaf stage and time of anthesis on the yield of sorghum. East African Agricultural and Forestry Journal 38: 410-414 1973.
- 4 ———— Effects of defoliation on growth and yield in groundnut (*Arachis hypogea*), cowpeas (*Vigna unguiculata*), soyabean (*Glycine max*) and green gram (*Vigna aureus*) Annals of Applied Biology 79:55-66 1975.
- 5 GALVEZ, G. E., GALINDO, J. J., y ALVAREZ, G. Artificial defoliation for estimating losses due to foliar damage. Proceedings of the American Phytopathological Society 2:75. 1975 (Abstract).
- 6 GEORGE, K. S., LIGHT, W. I., y GAIR, R. The effect of artificial defoliation of pea plants on the yield of shelled peas. Plant Pathology 11:73-80 1962.
- 7 HAMMERTON, J. L. Effect of weed competition, defoliation and time of harvest on soyabeans. Experimental Agriculture 8:333-338 1972.
- 8 JONES, F. G. W., DUNNING, R. A., y HUMPHRIES, K. P. The effect of defoliation and loss of stand upon yield of sugar beet. Annals of Applied Biology 43: 63-70 1955.
- 9 JUDENKO, E. Some methods of assessing crop loss caused by pests. Proceedings XII International Congress of Entomology, London 614-615. 1965.
- 10 TAYLOR, W. E. Effects of artificial defoliation (simulating pest damage) on varieties of upland rice. Experimental Agriculture 8:79-83. 1972.
- 11 WOODBURN, G. W., y LeBARON, M. A study of simulated hail injury in beans. University of Idaho. 1959 15 p.

Notas y Comentarios

Publicaciones

Agronomía Costarricense. Ha aparecido una nueva revista de ciencias agrícolas, *Agronomía Costarricense*, órgano conjunto de la Universidad de Costa Rica, el Colegio de Ingenieros Agrónomos y el Ministerio de Agricultura. Su objetivo principal es difundir la investigación agrícola realizada en Costa Rica, y abarcará trabajos originales inéditos de investigación, notas técnicas, y análisis y comentarios solicitados a especialistas de prestigio.

El primer número, que lleva la fecha marzo de 1977, consta de 81 páginas, y contiene diez artículos, de los que ocho son de investigación, una nota técnica, y un análisis y comentario: El Programa de Desarrollo Agropecuario, por E. Lizano y A. Di Mare. Tiene artículos de economía agrícola (de E. Morales y H. Murcia), cultivo de pastos, sucesión ecológica (de L. A. Fournier y M. E. de Fournier), acumulación de cloruros y sulfatos en el café, enfermedades del frijol, nutrición animal, y la reductasa del nitrato como guía de la fertilización (de E. Villalobos y J. F. Carvajal).

Los artículos son de calidad y siguen las normas internacionales de presentación de literatura científica. *Turrialba*, que es mencionada generosamente en la presentación, saluda a esta publicación, deseándole éxito en su empeño de presentar al mundo científico lo que están realizando los especialistas en ciencias agrícolas de Costa Rica.

El Director es Luis Carlos González, quien ha publicado anteriormente en *Turrialba*, lo mismo que otros miembros del Consejo Editorial como Alfredo Alvarado, Luis A. Fournier y Eduardo Jiménez Sáenz. La correspondencia para suscripciones es: Oficina de Coordinación Editorial, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Una nueva forma de archivar información

Se está desarrollando una nueva tecnología revolucionaria de computación que podría almacenar la Biblioteca completa del Congreso en el espacio de una oficina, y a la Enciclopedia

Británica en un disco de tres pulgadas. La General Electric está trabajando en esto mediante un contrato de defensa con el gobierno federal de los Estados Unidos (*The Economist*, February 19, 1977, pp. 85-86).

Los datos registrados pueden ser recuperados en unos pocos segundos y transmitidos a usuarios por líneas telefónicas. Su bajo costo y conveniencia haría mucho más económica y practicable aplicaciones como sistemas de información por teléfono.

La tecnología de la GE que sustenta lo que se ha llamado "Memoria archivista" hace uso de discos (wafers) delgados y redondos de silicón para, la base para los circuitos integrados que están causando saltos cuánticos en la industria electrónica. Los archivos pueden ser impregnados con impurezas para hacer un número denso de circuitos. Esto, con la tecnología que existe hoy, quiere decir que se puede usar el disco para ejecutar una función aritmética específica en la computadora, o para llevar la información en su memoria. Pero cuando se corta la corriente, la información desaparece para siempre.

La única manera barata de almacenar hoy día permanentemente cantidades masivas de información en las computadoras es en cintas magnéticas. Pero estas son lentas, incómodas e inflamables. En un sistema realmente grande, le toma a la computadora demasiado tiempo localizar el pedazo de información que se desea.

La memoria archivista de la GE evade estos problemas mediante cambios en la naturaleza química de la silicón (aunque no dice todavía exactamente cuáles cambios) de tal manera que los datos puedan ser implantados permanentemente en los discos; permanecen allí cuando se corta la corriente. La información es implantada con un rayo de electrones y la GE dice que puede hacerlo tan densamente que las letras estarán a un décimo de micrómetro unas de otras (hay 10 mil micrómetros en un centímetro). La nueva memoria también es extremadamente resistente; de allí el interés de los militares por costear su desarrollo.

La nueva tecnología está todavía a unos 10 años de la fase del mercado, y la GE, que se retiró de la fabricación de computadoras en 1970, no ha decidido todavía como aprovechar su invención. El mercado debe estar allí ya que la GE manifiesta que el costo básico de uno de sus discos será de sólo 10 dólares.

An evaluation of cassava root meal as an energy source for broiler chicks *——— A. C. CHRISTENSEN, A. D. KNIGHT, G. F. RAUSCHER**

COMPENDIO

Se evaluó la harina de raíz de yuca (Manihot esculenta) pelada y cocinada como fuente energética en reemplazo del maíz. Se suministraron raciones con dos niveles de harina de pescado (10 y 20%) y cuatro niveles de harina de raíz de yuca (0, 21.43 y 60%) a pollitos machos de tipo de carne durante un periodo de crecimiento de siete semanas. Cada una de las ocho raciones así formuladas fue suplementada con 0.20 por ciento de metionina d-l. Los resultados demostraron que el crecimiento no fue afectado adversamente cuando el maíz fue reemplazado por harina de raíz de yuca, lo que indicaba que la harina de raíz de yuca pelada y cocinada suplementada con metionina y proteína puede reemplazar al maíz en todo o en parte en una ración para pollitos en crecimiento, si es que los niveles de minerales y vitaminas son adecuados en la ración.

Introduction

CASSAVA (*Manihot esculenta*) is a high-yielding root crop grown in most tropical countries of the world, whereas as a human food, it represents an important source of carbohydrate used to supplement available cereal grains. It is easily propagated from cuttings, is highly productive and in many areas, is produced in moderate surplus.

In these same areas, however, sources of high quality protein remain deficient. Much of this protein requirement could be supplied by poultry products. However, poultry are in direct competition with the human population for many of the commonly used poultry ration ingredients, especially the cereal grains. Consequently, the cost of poultry rations is very high, reducing the availability of poultry products to the low income families which most need such a protein source.

Cassava represents a possible solution to this dilemma. It is available in many protein deficient countries in moderate surplus above requirements for human consumption. This study was undertaken to evaluate the use of cassava as a substitute for corn as an energy source in simple broiler chick rations, as a possible means of reducing the cost of poultry production in less developed tropical nations.

With the exception of a few preliminary studies, information on cassava as an energy source for poultry

is limited. Tabayoyong (4) noted a reduction in growth when 50 and 100 per cent of the rice bran in a simple ration for chicks was replaced by cassava refuse meal. Torres (5) reported poor feed consumption and high mortality when cassava root meal replaced 30 per cent of the wheat bran and middlings in a chick ration. He suggested the presence of a toxic factor to account for this. Though not identified, linamarin, a cyanogenic glucoside, was probably the toxic factor suggested. Vogt (6), using chick rations containing 20 and 30 per cent cassava root meal, attributed reduced growth observed to the cyanide content or the possible existence of a phosphorylase inhibitor in the rind of the cassava root. Enriquez and Ross (1) concluded that poor growth and feed conversion observed in chicks fed rations containing 40 per cent or more cassava root meal with soybean meal, meat meal and fishmeal as sources of protein, was due to a deficiency of methionine. They reported satisfactory growth when a 50 per cent cassava root meal ration was supplemented with 0.15 or 0.20 per cent d-l methionine.

Materials and Methods

One hundred sixty male meat-type birds, obtained from a commercial hatchery, were randomly allotted to eight groups of equal size and each was confined to a three-foot by eight-foot pen, provided with feed troughs, waterers and electric hovers for heat. Pine shavings were used as bedding material. Individual

* Received for publication February 16th, 1976.

** Animal Science Department, California State Polytechnic University Pomona, California 91768.

Table 1—Percentage composition of the rations

Component (%)	Treatment Group ¹							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Corn	70	70	49	49	25	25	0	0
Cassava	0	0	21	21	42.5	43	60	60
Fishmeal	10	20	10	20	10	20	10	20
Soybean Meal	13	0	16	3	20	8	25	13
Soybean Oil	0	0	0	0	1	0.7	3.6	3.8
Vitamin Mix	1	1	1	1	1	1	1	1
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
d-l Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ground Oat Hay	5.5	8.5	2.5	5.5	0	1.8	0	1.7

¹Each experimental ration contains 2971.1 kcal metabolizable energy per kg and 17.9% crude protein.

weights were recorded at the end of the first week and thereafter at fourteen-day intervals through the seven-week study.

The cassava roots were obtained from Honduras through a commercial broker. Each root was first hand-peeled, then cooked in water at 75°C for one hour and fifteen minutes, to reduce the linamarin content of the roots (6). After cooking, the roots were sliced and spread on a concrete floor under gas heat for drying. The sliced roots were turned frequently to insure uniform drying. When fully dried, the roots were ground by hammer mill to a coarse meal consistency.

The study was designed as a 2 x 4 factorial, using two levels of fishmeal and four levels of cassava. Treatment groups were designated as follows: Groups 1, 3, 5 and 7 received 10 per cent fishmeal and 0, 30, 65 and 100 per cent replacement of corn by cassava root meal, respectively. Groups 2, 4, 6 and 8 received 20 per cent fishmeal and 0, 30, 65 and 100 per cent replacement of corn by cassava root meal, respectively (Table 1).

All experimental rations were supplemented with d-l methionine, since cassava is deficient in that amino acid (1). Soybean oil and finely ground oat hay were used to increase or decrease the caloric density of the treatment rations so that all were iso-caloric (2971.1 kcal metabolizable energy per kg of ration as fed). Soybean meal was used to balance crude protein content so that all treatment rations were iso-nitrogenous (17.9 per cent). A commercial vitamin-mineral pre-mix was also added to insure adequate vitamin activity in all treatments.

Death losses during the study resulted in unequal group numbers. During the first four days of the study, 11 weak birds were lost due to causes unrelated

to treatments. The night of the fourth day after initiation of the study was unseasonably cold and not anticipated. Nine additional deaths occurred before additional heat could be provided. A death loss in each of groups 5 and 6 during the fourth week were due to congenital perosis. The resulting group numbers at the end of the study were 18, 18, 17, 17, 15, 15, 19 and 19 for groups 1 through 8, respectively.

Seven-week weight data were subjected to analysis of variance using least-squares methods. Duncan's multiple range test as outlined by Steel and Torrie (3) was used to isolate significant mean differences.

Results and Discussion

Weight determined seven days after the beginning of the study indicated little departure among treatment means from the overall average weight of 239.2 grams. During the course of the study, no adverse effects were noted at either level of fishmeal or at any level of cassava replacement.

Statistical evaluation of seven-week weights revealed no main effect interaction, but significance was found between levels of fishmeal and between levels of cassava. The mean seven-week weight for the birds receiving 10 per cent fishmeal (1.593 kg) was significantly heavier (≤ 0.01) than for those receiving 20 per cent fishmeal (1.524 kg). This difference was probably due to a more favorable amino acid balance in the 10 per cent fishmeal groups, which received a greater portion of their protein as soybean meal (46 per cent crude protein content).

Means for level of cassava replacement (1.489, 1.515, 1.590 and 1.639 kg for 0, 100, 30 and 65 per cent replacement of corn by cassava, respectively) dif-

Table 2—Body weights and feed conversion of 7-week old broiler chicks fed graded levels of fish-meal and cassava root meal

Treatment Group *	Body Weight (kg)	C.V. ***	Feed/Gain
1	1.524 a, b **	12.4	2.19
2	1.455 a	10.1	2.32
3	1.625 a, b	10.0	2.25
4	1.556 a, b	7.8	2.22
5	1.671 b	9.8	2.20
6	1.604 a, b	10.8	2.42
7	1.549 a, b	6.5	2.06
8	1.480 a	9.4	2.19

* See Table 1.

** Means bearing same superscript do not differ significantly ($P < 0.05$).

*** Coefficient of variation. $(100S/X)$

ferred significantly ($P \leq 0.01$) between the 0 and 65 per cent replacement levels. Individual treatment group means are shown in Table 2.

It is interesting to note that Groups 2 and 8 (each at 20 per cent fishmeal and 0 and 100 per cent cassava replacement, respectively) were the two groups which weighed the least and were significantly lighter than Group 5 (10 per cent fishmeal and 65 per cent cassava). Though no explanation is offered for this difference, it appears that the inclusion of cassava in place of corn as an energy source, was of no hinderance to the growth performance or the feed efficiency of the birds used in this study (Table 2).

The question arises as to why inferior performance with high levels of cassava have typified work cited previously (1, 6). Perhaps the key to that answer may lie in the care with which the root was processed in this trial. Scott *et al.* (2) state cassava roots must be processed very carefully because they contain the glucoside, linamarin, which is acted upon by an enzyme which liberates prussic acid.

The natives in the jungles of South America use crude woven nets into which the ground cassava root is placed, washed and squeezed until the toxic substance is removed. In this study, peeling first, followed by cooking in water at 75°C, may have been more effective in reducing the linamarin level than other processing methods.

Enriquez and Ross (1), by contrast, used whole roots from 11 to 16 month-old plants, which were harvested, separated from soil, sliced and dried in a forced-air forage dryer for 24 to 48 hours at approximately 50°C. The dried sections were then ground in a hammermill and the resulting meals from the different harvest lots were pooled and thoroughly mixed. Their work indicates a significant body weight suppression when the ration contained 40 per cent or more cassava meal.

The higher temperature (75°C instead of 50°C) used in this study as compared to Enriquez and Ross (1) to process the cassava, may be responsible for reducing or eliminating the enzyme required for the liberation of prussic acid. The processing question is deserving of further investigation.

Summary

This study was undertaken to evaluate peeled, cooked cassava root meal as an energy source replacement for corn. Rations providing two levels of fish-meal (10 and 20%) and four levels of cassava root meal (0, 21, 43 and 60%) were fed to male meat-type chicks for a seven-week growing period. Each of the eight rations thus formulated was supplemented with 0.20 per cent d-l methionine. Results demonstrated that growth was not adversely affected when corn was replaced by cassava root meal, indicating that peeled, cooked cassava root meal supplemented with methionine and protein can satisfactorily replace all or part of the corn in a ration for growing broiler chickens, providing mineral and vitamin levels are adequate in the ration.

Literature cited

1. ENRIQUEZ, F. Q. and ROSS, E. The value of cassava root meal for chicks. *Foultry Science* 46: 622-626. 1967.
2. SCOTT, M. L., NESHEIM, M. C. and YOUNG, R. J. *Nutrition of the chicken*. Ithaca, N. Y., M. I. Scott 1969.
3. STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, McGraw-Hill, 1960.
4. TABAYOYONG, T. T. The value of cassava refuse meal in the ration for growing chicks. *Philippine Agriculturist* 24: 509-518. 1935.
5. TORRES, A. DI P. A raspa de mandioca como sucedâneo dos farelos de trigo na alimentação de pintos. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* 14-15: 143-150. 1957-58.
6. VOGT, H. The use of tapioca meal in poultry rations. *World Foultry Science* 22: 113-125. 1966.

Notas y Comentarios

Planeando la reproducción en las vacas

En los casi dos años en que la Imperial Chemical Industries (ICI) ha puesto a la venta su producto Estrumate, parece que su uso va a producir cambios importantes en el manejo del ganado lechero en Gran Bretaña (*The Economist*, June 11th, 1977 p. 122)

Estrumate es una hormona que provoca el celo en las vacas. La ICI calcula que en cinco o seis años, la mitad de las vacas en el Reino Unido estarán bajo un régimen de Estrumate. Y las ventas al precio actual, ascenderán a más de 3 millones de libras esterlinas, lo que es casi nada para una firma como ICI, pero representan un 40 por ciento de sus ventas actuales en productos veterinarios.

Uno se pregunta por qué preocuparse por un análogo de prostaglandina, cuando la naturaleza hace el trabajo adecuadamente y ninguna cantidad de nuevo producto hará fértil a una vaca si ésta es estéril. El problema para el ganadero es que la naturaleza trata las vacas como individuos, no en grupos. Cada vaca entra en celo el día que se siente dispuesta, y uno tiene que detectar cuando ésto sucede y llamar enseguida al inseminador artificial.

La detección de una vaca en celo no siempre es fácil, aún cuando sea una vaca lechera que el vaquero vé de cerca dos veces por día. Es todavía más difícil distinguir una vaquilla joven que todavía no ha producido su primer ternero y por consiguiente su primera leche, por lo que no es traída para ser ordeñada por la mañana o al anochecer. Y la más difícil de todas es una vaca de un hato de carne, que puede pasar su tiempo vagando alrededor de una montaña.

El inseminador artificial, probablemente del Milk Marketing Board (MMB), sería menos costoso si no tuviera que viajar a la finca tan a menudo. Por supuesto, un toro puede hacer ambas tareas (detectar e inseminar) pero no siempre perfectamente. Y ningún ganadero puede tener la selección de toros de primera clase que tiene el MMB.

En la práctica, la inseminación artificial ha llegado a ser la norma para vacas lecheras. Las vaquillas jóvenes son servidas por un toro más a menudo, y el hato de carne todavía más frecuentemente.

El Estrumate industrializará todo eso. Se inyectan las bestias con él un día y de nuevo en el día 12. En el día 15, el grupo entero (generalmente 15 a 20 animales, no todo el hato) está listo para la inseminación artificial, y presto, todas las vacas que conciben, un poco más de la mitad por lo general, producirán sus terneros 280 a 290 días más tarde. El costo puede ser reducido sustancialmente. La tasa de concepción parece ser similar a la resultante de dejar sola a la naturaleza.

Hay otros beneficios que señala la ICI. En un hato lechero, la cría planificada significa que el intervalo entre partos puede ser acortado desde 395 días a cerca de un ideal de 365; y 30 días de economía en la producción de terneros representa una mejora en el manejo del ganado.

En los hatos de carne, y ICI ha puesto uno en una computadora, son los ganaderos eficientes los que ganarán más. La ganancia proviene de una mejor descendencia (la de esos poderosos toros del MMB) nacida más temprano durante la campaña, y dependerá crucialmente de la tasa de concepción. Un hato bien manejado, con una tasa de 60 por ciento puede representar una ganancia neta de US\$ 17 a 25 por vaca; un hato pobremente manejado, con una tasa de 30 por ciento apenas recuperará el costo extra, con riesgo de pérdida.

Se calcula que sólo la mitad del Estrumate que se ha vendido hasta la actualidad (mayo de 1977) se ha empleado en sincronizar los partos. De la otra mitad, 10 por ciento se ha empleado por veterinarios para uso terapéutico, y un 40 por ciento para aquellas vacas aisladas que se resisten a entrar en celo.

La ICI no teme todavía a la competencia; hay un producto similar de Upjohn, lanzado hace nueve meses al mercado; y otro

de Abbott, que se implanta en forma sólida en la vaca, que se está probando en Irlanda. El Estrumate está ahora en venta en Irlanda, Austria, Nueva Zelanda y Africa del Sur, y en ciertas partes del continente europeo. El enorme mercado americano está todavía cerrado: las autoridades allí insisten en pruebas muy elaboradas conducidas en su propio país. Después de dos años de esas pruebas, a la ICI le faltan todavía dos años más.

De cómo las bacterias se adhieren a las raíces

Los mecanismos que las bacterias usan para adherirse a sus hospedantes es uno de los campos más interesantes e importantes en la investigación microbiológica, y han recibido recientemente un impulso, en lo que se refiere a las plantas, por F. B. Dazzo y W. J. Brill de la Universidad de Wisconsin (*Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 33, p. 132). Aunque muchas de las implicaciones de su trabajo se relacionan con la patología vegetal, ellos han trabajado directamente con las bacterias que forman nódulos en las raíces del trébol y de la alfalfa, los que no son patológicos sino simbióticos, capaces de fijar el nitrógeno del aire.

Las bacterias del género *Rhizobium* que afectan estas dos plantas tienen cápsulas de polisacáridos. Dazzo y Brill han mostrado cómo estas cápsulas, separadas de las bacterias y marcadas con un tinte fluorescente (FITC), se fijan a las raíces de sus respectivos hospedantes. La microscopía fluorescente revela a las cápsulas fluorescentes verdes adheridas a los ápices de los pelos radiculares, donde las infecciones comienzan después.

El material de las cápsulas de *R. meliloti* sólo se adherían a la alfalfa y las cápsulas de *R. trifolii* sólo se adherían al trébol. Si las raíces se incuban con polisacárido sin marcar, no ocurría una subsecuente adherencia de la cápsula marcada con FITC y no se podía demostrar una interacción entre las dos plantas y las bacterias.

La relación trébol-*R. trifolii* suministró mayores indicios sobre la naturaleza de la adherencia bacteriana. Los científicos podían paralizar la ligazón preincubando las raíces con 2-deosiglicucosa (2dG); pero esto no interfería con la ligazón de *R. meliloti* con la alfalfa. La incubación de las raíces con 2dG produce una proteína capaz de reconocer las células de *R. trifolii*, ligándose a ellas *in vitro* haciéndolas aglutinarse.

Los autores sugieren que esta proteína es una de las llamadas lectinas, que se encuentran también en la semilla de trébol, que está presente en la raíz y puede reconocer un lugar sensitivo a 2dG en las bacterias y suministra la estructura interfacial molecular para unir los sacáridos superficiales de las bacterias con los pelos radiculares. Así se explica la ligazón y se asegura que solamente las bacterias que efectivamente fijan sean las que se adhieren a los pelos radiculares.

Simposio sobre química de la proteína

La tercera de una serie de reuniones conjuntas de científicos de Estados Unidos y la Unión Soviética se realizó en Riga en agosto de 1976. El tema del simposio fue "Química y Física de las Proteínas" y contó con la participación de 25 norteamericanos y 80 rusos.

La discusión incluyó el intercambio de resultados experimentales y especulaciones detalladas sobre la estructura de las proteasas ácidas, que degradan la proteína ingerida; estudios sobre la rodopsina, el material fotosensitivo de la retina, y la bacteriorodopsina, que permite la fotosíntesis por bacterias.

Las reuniones, organizadas dentro de un acuerdo de cooperación científica entre las Academias de Ciencias de ambos países, se iniciaron en Kiev en 1975 con el tema de ácidos nucleicos. La segunda tuvo lugar en Chicago en junio de 1976 y trató sobre las membranas biológicas.

Los resúmenes de las reuniones de Chicago y de Riga se pueden solicitar a: Commission of International Relations of the National Research Council; 2101 Constitution Avenue, Washington, D. C. 20418.

Epidemiología de algunas enfermedades foliares de la yuca en diferentes sistemas de cultivo. II. Roya y muerte descendente^{*1/} _____ JOAQUIN F LARIOS C.***, RAUL A MORENO M**

ABSTRACT

The incidence and severity of cassava rust (*Uromyces* sp.) were studied in 5 different cropping patterns during the 1974-75 growing season at Turrialba, Costa Rica. The cropping patterns studied were: cassava monoculture and cassava associated with corn, common bean, sweet potato and cassava associated with both corn and common bean. The incidence and severity of cassava die back (*Glomerella cingulata*) was also studied in cassava monoculture, cassava associated with corn and cassava associated with both corn and common bean. Each one of these last three cropping patterns were studied at two management level differing primarily in amount of fertilizers and weeding frequency.

Maximum severity and incidence values for rust were 2,8 and 67,7 per cent respectively. No statistical differences were found among treatments. In every treatment the infection rate was less than 10 units a day.

Die back was more intense in cassava monoculture under a low management level. This disease was less intense in the cropping patterns including more crops and high level of management.

Introducción

LA epidemiología es el estudio de poblaciones de patógenos en poblaciones de hospedantes y la enfermedad que resulta bajo la influencia del ambiente y la interferencia humana (4). En virtud de este concepto, algunos autores han utilizado el término epidemia como un sinónimo de progreso de una enfermedad (4, 17), así entonces, la curva de progreso de una enfermedad es la representación gráfica de una epidemia. Estas curvas han sido útiles para comparar los efectos de fungicidas (5), los efectos de la época (13), el efecto de cultivares (16) y el efecto de diferentes altitudes (12) en el desarrollo de una epidemia. Muy poco se han usado para

comparar la influencia que tienen diferentes sistemas de cultivo en el desarrollo de epidemias.

En este trabajo se analiza el progreso de dos enfermedades de la yuca, roya (*Uromyces* sp) y muerte descendente (*Glomerella cingulata*) en monocultivo y policultivo, complementándose los resultados publicados en un artículo previo (7).

Materiales y métodos

La localización, el clima y el material experimental utilizado ya se describieron (7). Los sistemas de cultivo estudiados en relación a la incidencia de roya fueron: yuca en monocultivo (Y), yuca asociada con camote (Y + C), yuca asociada con maíz (Y + M), yuca asociada con frijol (Y + F) y yuca asociada con maíz y frijol (Y + M + F). El método y periodicidad de muestreo fue muy similar al seguido con mildiu y roña (7), excepto que en cada planta se dividió el follaje en tres partes: inferior, media y superior. De cada tercio se seleccionaron aleatoriamente tres hojas, de las cuales se examinó el lóbulo medio, en donde se contó el número de uredosoros. Por comparación con diagramas (15) se estimó el número de

* Recibido para la publicación el 22 de febrero de 1977

1/ Este trabajo es parte de la tesis presentada por el autor principal como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiae en el Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Universidad de Costa Rica - CATIE, Turrialba, Costa Rica

** Departamento de Parasitología Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas Apdo. Postal 773, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador C A ; y Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, CATIE, Turrialba, Costa Rica, respectivamente.

Cuadro 1.—Descripción de los niveles de manejo en cada sistema de cultivo en que se estudió el desarrollo de Muerte Descendente de la yuca (*Glomerella cingulata*)

Sistema	Nivel de Manejo			
	Bajo		Alto	
	Nº de desh. erba	Cantidad de fertilizante Kg/ha	Nº de desh. erba	Cantidad de fertilizante Kg/ha
Y 1/	1	300 ^{2/} + 100 ^{3/}	2	300 ^{2/} + 400 ^{3/}
Y + C	1	300 + 100	2	300 + 500
Y + M + F	1	300 + 100	2	300 + 500

1/ Y = Yuca; C = Camote; M = Maíz; + = cultivo en asociación

2/ Fórmula 15-30 B (N, P, K) a la siembra

3/ Fórmula 20-10-6-5 (N, P, K, S) a los 30 días de la siembra

uredosoros cuando éstos ya eran demasiado numerosos. A partir de los datos obtenidos se determinó la incidencia (I, porcentaje de hojas enfermas) y severidad (S, porcentaje de área foliar enferma).

La incidencia de muerte descendente, que se presenta al final del período vegetativo (9 a 12 meses después de la siembra), se cuantificó mediante muestreo de 16 plantas por parcela cada 15 días aproximadamente. Los sistemas estudiados fueron los siguientes: yuca en monocultivo, yuca asociada con camote y yuca asociada con maíz y frijol. Dentro de cada tratamiento se consideraron subtratamientos consistentes en dos niveles de manejo: alto (A) y bajo (B), cuya descripción se resume en el Cuadro 1. Estos subtratamientos permitieron analizar el efecto del manejo y del grado de asociación sobre el desarrollo de esta enfermedad. Las variables que se consideraron fueron: número de tallos principales por planta, es decir número de tallos que emergen del esqueje utilizado como semilla; número de plantas con muerte descendente; número total de ramillas por planta (o puntos susceptibles a la enfermedad); número de ramillas enfermas y número de ramas primarias (tallo principal) y secundarias (ramas que surgen de la primera bifurcación del tallo principal o rama primaria), que estaban enfermas. De estos datos se derivó la intensidad de daño (ID), cuya fórmula es la siguiente:

$$ID = \frac{\sum (ra) + 4r_1 + 2r_2}{PS}$$

Donde:

- PS: Puntos susceptibles (puntos apicales)
- ra: Puntos apicales enfermos
- r₁: Ramas o tallos primarios enfermos
- r₂: Ramas secundarias enfermas

Esta fórmula se diseñó de tal forma que ponderase la importancia en productividad biológica que cada uno de los órganos dañados tiene para la planta.

Así, los tallos primarios tienen más importancia (4 r₁) que las ramas secundarias (2 r₂).

Se efectuaron análisis de correlación entre 9 variables climáticas y 5 variables agronómicas (6) con la ID, número de puntos susceptibles, por ciento de plantas afectadas y número de puntos susceptibles afectados.

Resultados y discusión

Roya

La roya se manifestó a los 75 días de edad de la yuca, registrándose numerosas plantas afectadas pero con sólo uno o dos uredosoros en algunas de sus hojas. Posteriormente, al acentuarse el período seco,

Cuadro 2.—Incidencia y severidad en el tiempo de la roya de la yuca (*Uromyces* sp.) en el sistema de monocultivo.

Edad (días)	Incidencia %	Severidad (%) promedio por estratos del follaje 1/			Promedio por planta
		Bajo	Medio	Alto	
157	60,7	—	—	—	0,018
185	65,2	—	—	—	0,07
213	41,3	4,6	0,96	0,01	1,85
240	40,6	2,68	0,25	0,00	0,98
273	57,8	7,43	1,09	0,04	2,86

1/ Determinados a partir de los 213 días de edad de la planta.

Cuadro 3.—Incidencia y severidad en el tiempo de la roya (*Uromyces* sp.) en yuca cultivada en asociación con camote.

Edad (días)	Incidencia %	Severidad (%) promedio por estratos del follaje 1/			Promedio por planta
		Bajo	Medio	Alto	
157	39,55	—	—	—	0,013
185	60,0	—	—	—	0,050
213	45,7	4,13	1,70	0,02	1,95
240	44,3	4,60	0,56	0,00	1,72
273	56,0	5,43	0,80	0,01	2,11

1/ Determinados a partir de los 213 días de edad de la planta.

la enfermedad detuvo su desarrollo y no se detectaron plantas enfermas por el método de muestreo que se siguió. A los 150-160 días de edad del cultivo y junto con el reinicio de las lluvias, la enfermedad volvió a surgir.

Al comienzo, su progreso fue lento en todos los sistemas estudiados hasta alcanzar la S máxima en casi todos los casos hacia el final del muestreo.

En los Cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 se resume el desarrollo de la roya de la yuca en los 5 sistemas de cultivo estudiados. En los sistemas Y + M y Y + F, que se cosecharon antes de los 240 días, se realizó una sola evaluación de S por estrato del follaje (Cuadros 4 y 5). En los sistemas Y, Y + C, Y + F y Y + M + F se observa un incremento en la I a los 185 días de edad de la yuca, tal como se resume en los cuadros 2, 3, 5, y 6; este incremento coincide con la I máxima. Solo en el sistema Y + M, la I máxima se registró a los 213 días (Cuadro 4). Considerando el estrato bajo del follaje a los 273 días, el sistema de yuca en monocultivo (Cuadro 2) presentó la mayor S que corresponde a un 7,43 del área foliar afectada; en cambio el sistema Y + M + F (Cuadro 6) solo registró un 4,20 por ciento del área foliar afectada.

Cuadro 4.—Incidencia y severidad en el tiempo de la roya (*Uromyces* sp.) en yuca asociada con maíz

Edad (días)	Incidencia %	Severidad (%) promedio por estratos del follaje 1/			Promedio por planta
		Bajo	Medio	Alto	
157	29,2	—	—	—	0,01
185	45,0	—	—	—	0,03
213	52,6	3,6	1,4	0,06	1,68

1/ Determinados a partir de los 213 días de edad de la planta

Cuadro 5.—Incidencia y severidad en el tiempo de la roya (*Uromyces* sp.) en yuca asociada con frijol

Edad (días)	Incidencia %	Severidad (%) promedio por estratos del follaje 1/			Promedio por planta
		Bajo	Medio	Alto	
157	38,3	—	—	—	0,01
185	56,6	—	—	—	0,05
213	50,7	4,76	0,83	0,01	1,86

1/ Determinados a partir de los 213 días de edad de la planta

Cuadro 6.—Incidencia y severidad en el tiempo de la roya (*Uromyces* sp.) en yuca asociada con maíz y frijol.

Edad (días)	Incidencia %	Severidad (%) promedio por estratos del follaje 1/			Promedio por planta
		Bajo	Medio	Alto	
157	32,5	—	—	—	0,01
185	49,2	—	—	—	0,05
213	36,8	1,60	0,41	0,01	0,68
240	45,1	2,86	0,55	0,00	1,17
273	47,2	4,20	0,48	0,01	1,56

1/ Determinados a partir de los 213 días de edad de la planta

En general, en todos los sistemas de cultivo, la incidencia de la roya presenta valores altos que contrastan con los valores bajos de la severidad.

Las estimaciones efectuadas en los estratos bajo, medio y alto del follaje demostraron que en el cultivar 'Valencia', el estrato bajo estima con mayor sensibilidad las fluctuaciones en S. Esto fue corroborado por los coeficientes de correlación entre variables, de los cuales el más alto (0,98**) se registró entre las variables severidad general en la planta y severidad en el estrato bajo.

En la Figura 1, se han representado los valores de severidad transformados a la forma logística recomendada por van der Plank (17) en función del tiempo, obteniéndose las ecuaciones de regresión lineales.

Las tasas de infección (Cuadro 7) fueron comparativamente bajas. En otras royas se han reportado tasas de 0,40 por unidad por día (18). Esto podría deberse

Cuadro 7.—Tasas de infección de roya (*Uromyces* sp.) y sus coeficientes de regresión en 5 sistemas de cultivo de la yuca

Sistema de cultivo	Tasas de infección b/	Coefficientes de regresión
Y a/	0,045	90,4
Y + C	0,050	81,4
Y + M	0,101	94,8
Y + F	0,096	96,0
Y + M + F	0,050	90,0

a/ Y = Yuca; C = Camote; M = Maíz; F = Frijol + — cultivo en asociación

b/ Las tasas de infección aparente (r de Van der Plank) se calcularon por medio de análisis de regresión del % severidad transformado a la forma logística versus tiempo

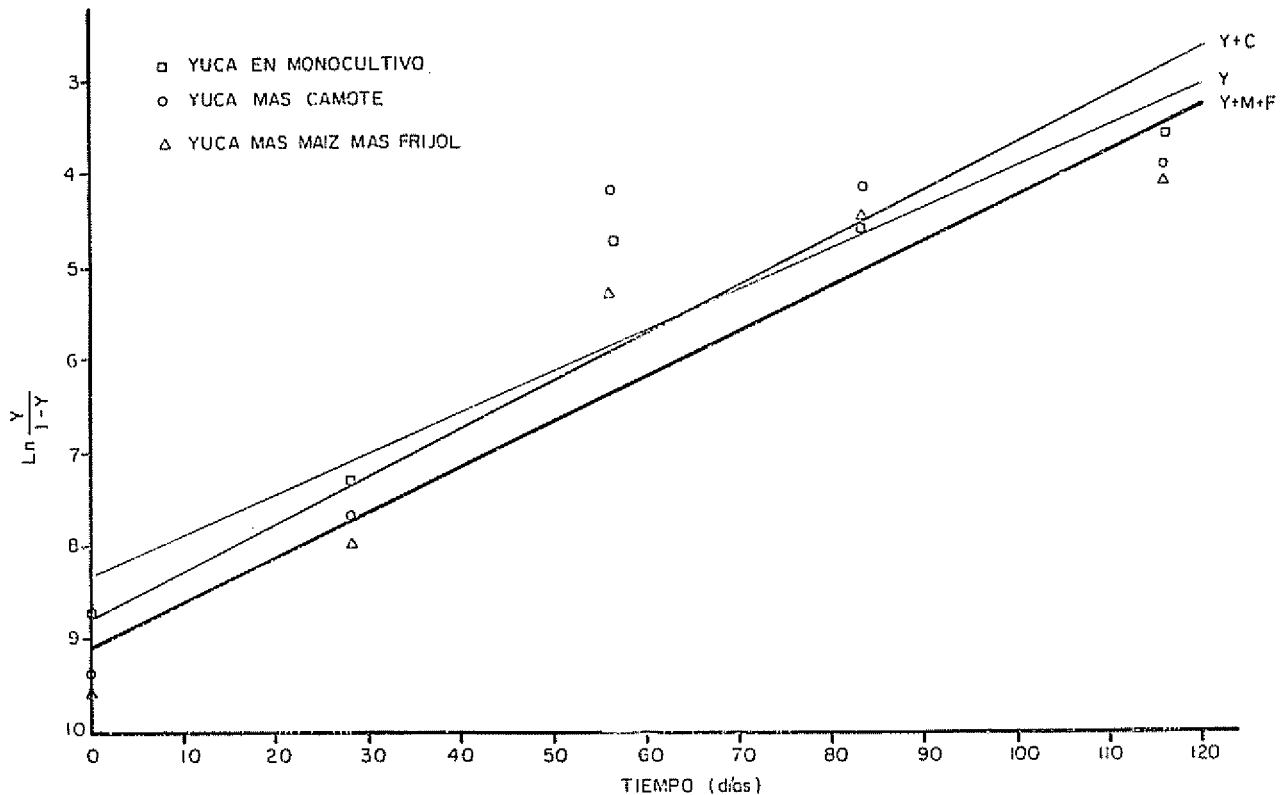


Fig. 1—Severidad de la roya de la yuca (*Uromyces sp.*) en sistemas de cultivo. Los datos de severidad han sido transformados a va-

lores logísticos. El primer valor corresponde al muestreo efectuado a los 157 días después de la siembra, tiempo en el cual se detectó la enfermedad.

a limitaciones impuestas por el ambiente o por la resistencia del hospedante al desarrollo de la enfermedad. Ambos pueden provocar reducciones de la tasa de infección (17). Del análisis de correlación se obtuvo que la S se vió asociada con la lluvia y la humedad relativa en forma positiva pero con la temperatura promedio y las desviaciones de ésta por debajo de la media, en forma negativa. De estos factores el único que posiblemente pudo haber sido limitante es el de las temperaturas bajas ya que la correlación negativa ($-0,70^{**}$) con la temperatura promedio así lo indica (6). Sin embargo, en observaciones efectuadas en la misma época en clones de yuca susceptibles de la colección de variedades del CATIE se observaron abundantes pústulas en todas las partes verdes de la planta. Por lo tanto es muy posible que la resistencia del cultivar 'Valencia' a las especies o razas de roya de la yuca presentes en Turrialba, sea la responsable de la reducción de la tasa de infección. La incidencia no tuvo una relación muy definida con el desarrollo de la severidad de la roya. No obstante esta aparente falta de relación entre ambas variables, se determinó una correlación significativa de 0,28, lo que indica que efectivamente estuvieron asociadas.

Las tasas de infección obtenidas de la S de los diferentes estratos del follaje dieron valores muy bajos con respecto al promedio por planta. Es preferible

en estudios futuros tomar la planta como un todo para el cálculo de la tasa de infección.

La roya no mostró diferencias significativas entre sistemas debido probablemente a que en la época en que se presentó la enfermedad, todos los cultivos asociados a la yuca ya habían sido cosechados, con excepción del camote que se intercaló antes de la cosecha de la yuca (7). Los resultados obtenidos en relación con el clima son similares a los encontrados en Colombia donde la roya se desarrolla mejor en zonas más bien frías (8, 9) pero no concuerdan con los informes de Brasil (13). Estas aparentes contradicciones pueden explicarse por la posible existencia de varias especies de *Uromyces* patogénicas a yuca. Algunas especies se presentan sólo en zonas en donde la temperatura es moderada; en cambio, otras especies se manifiestan en épocas y zonas cálidas (10). El estudio taxonómico de las especies de roya de la yuca del mundo aclararía estos resultados distintos que ahora son difíciles de explicar.

Muerte Descendente

La muerte descendente se detectó en los últimos meses del ciclo del cultivo, es decir, entre agosto y octubre. Como todas las enfermedades de este tipo,

Cuadro 8—Intensidad de daños de muerte descendente (*Glomerella cingulata*) en tres sistemas de cultivo de la yuca - nivel de manejo bajo

Sistema	edad (días)	Plantas afectadas (%)	Intensidad de daño (%)	Número de puntos susceptibles afectados
Y 1/2	280	29,7	9,28	10,25
	298	43,8	13,10	15,25
	314	40,68	9,95	12,00
	333	51,75	16,35	22,25
Y + C	280	0,0	0,0	0,00
	298	0,0	0,0	0,00
	314	0,0	0,0	0,00
	333	3,15	3,88	0,50
Y + M + F	280	3,12	4,65	0,50
	298	1,57	1,12	0,25
	314	1,57	1,08	0,25
	333	7,85	9,35	1,50

1/2 Y = Yuca; C = Camote; M = Maíz; F = Frijol; + = cultivo en asociación

comienza en forma de necrosis por los puntos apicales y desciende hacia la base de las ramillas; generalmente su avance se detiene en la base de éstas si es madera bien formada. Si las ramillas aún están verdes, la enfermedad continúa avanzando.

Los menores daños por muerte descendente se registraron en los sistemas de cultivo asociado (más especies en el sistema, menos enfermedad). La correlación entre asociación de cultivos e ID dió 0,93**.

Es decir, a más especies o más presión de uso del suelo, se produjeron menos ramillas muertas (Cuadros 8 y 9). En cuanto al efecto del nivel de manejo, hubo menos plantas afectadas en el nivel de manejo bajo ($r = -0,64^{**}$) pero más ID al aumentar la fertilización y deshierbas. Con manejo más intensivo, la enfermedad fue más dañina en las plantas que afectó, aunque el número de éstas tendió a disminuir. Si no se considera la importancia del daño en cada una de las plantas afectadas, se tendría más enfermedad en el nivel de manejo alto, pero al ponderar el daño en cada planta con la fórmula empleada, se tiene que las afecciones en el nivel B son de mayor importancia que en el nivel A, tal como se aprecia en los

Cuadros 8 y 9. Hubo mayor ID y más puntos susceptibles afectados según aumenta la edad de la planta, al igual que una mayor incidencia. Según Chevaugéon (2), la deficiencia de potasio en yuca puede provocar muerte de las partes apicales, luego de lo cual aparece *Gloeosporium manihotis* en las ramas, pecíolos y hojas, necrosando las áreas infectadas. La deficiencia de potasio en los suelos del área experimental ha sido confirmada por Mojica (11). Chevaugéon (2) estudió el efecto del agotamiento del suelo por el cultivo continuo en Costa de Marfil, África, sobre el por ciento de ramas necróticas en 16 clones, encontrando correlación entre la baja fertilidad y la incidencia de muerte descendente. Los síntomas de muerte descendente observados en el campo son similares a los causados por *Gloeosporium* (2, 3).

Dentro de las condiciones experimentales y como resultados de estos estudios (6, 7) se puede dar el siguiente orden de importancia de las enfermedades foliares de la yuca en Turrialba: Mildiu polvoriento (*Oidium manihotis*), roña (*Sphaeceloma* sp.), roya (*Uromyces* sp.) y muerte descendente (*Glomerella cingulata*). Las manchas foliares por *Cercospora* spp. fueron de intensidad inapreciable.

Cuadro 9—Intensidad de daño de muerte descendente (*Glomerella cingulata*) en tres sistemas de cultivo de la yuca - nivel de manejo alto

Sistema	edad (días)	Plantas afectadas (%)	Intensidad de daño (%)	Número de puntos susceptibles afectados
Y 1/2	280	23,45	7,28	9,25
	298	37,53	9,53	13,25
	314	43,78	9,03	16,75
	333	57,83	11,55	22,50
Y + C	280	0,00	0,00	0,00
	298	3,15	0,68	0,50
	314	1,58	0,88	1,00
	333	7,85	2,35	2,50
Y + M + F	280	9,40	2,65	2,50
	298	7,85	2,35	1,75
	314	18,78	4,05	4,50
	333	21,90	7,50	9,25

1/2 Y = Yuca; C = Camote; M = Maíz; F = Frijol; + = cultivo en asociación

Resumen

La incidencia y la severidad de la roya (*Uromyces* sp) de la yuca se estudió en 5 sistemas de cultivo durante la estación de crecimiento de 1974-75 en Turrialba, Costa Rica. Los sistemas que se estudiaron fueron: yuca en monocultivo, yuca en asociación con maíz, con frijol, con camote y con maíz y frijol. También se estudió la incidencia y severidad de la muerte descendente (*Glomerella cingulata*) en los sistemas yuca en monocultivo, yuca asociada con maíz y yuca asociada con maíz y frijol. Cada uno de estos sistemas se estudió en dos grados de manejo que diferían principalmente en fertilización y número de deshierbas.

Los resultados obtenidos en roya, dieron valores de máxima severidad inferiores al 2,8 por ciento y de incidencia máxima no mayores del 67,7 por ciento, sin encontrarse diferencias apreciables entre sistemas. Las tasas de infección calculadas fueron en todos los casos, menores de 0,10 unidades por día.

La enfermedad de la muerte descendente fue más intensa en el sistema de monocultivo con nivel de manejo bajo y menos intensa en el sistema con más presión de uso del suelo. Se sugiere que dicha enfermedad está asociada a factores nutricionales.

Literatura citada

- 1 COURS, G. Amélioration des plantes: le manioc. Recherches Agronomiques de Madagascar. 2. C. R. 1953. *Review of Applied Mycology* 34(8): 509-1955.
- 2 CHEVAUGEON, J. Maladies cryptogamiques du manioc en Côte d'Ivoire. I. Observations préliminaires sur la nécrose des sommets. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France* 29 (1-2): 3-9. 1950.
- 3 ————. Sur l'existence chez des plantes arborescentes d'affectations cryptogamiques à temps de latence indéfinie. *Review of Applied Mycology* 36(11):713-1957.
- 4 KRANZ, J. Comparison of epidemics. *Annual Review of Phytopathology* 12:355-374. 1974.
- 5 LARGE, F. C. Field trials of copper fungicides for the control of potato blight I. foliage protection and yield. *Annals of Applied Biology* 32:319-329. 1915.
- 6 LARIOS, J. F. Epifitiología de algunas enfermedades foliares de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en diferentes sistemas de cultivo. Tesis M. S. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 115 p.
- 7 ———— y MORENO, R. Epidemiología de algunas enfermedades foliares de la yuca en diferentes sistemas de cultivo. I. Roña y mildiú polvoriento. *Turrialba* 26(4):389-398. 1976.
- 8 LOZANO, J. C. y BOOTH, R. H. Enfermedades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Folleto Técnico N° 5. 1974. 48 p.
- 9 ———— y BOOTH, R. H. Diseases of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *PANS (Londres)* 20: 30-54. 1971.
- 10 ————, BELLOTTI, A., VAN SCHOONHOVEN, A., HOWELER, R., DOLL, J., HOWELL, D. y BATES, T. Problemas en cultivos de la yuca. Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie GS-16. 1976. 127 p.
- 11 MOJICA, F. J. Absorción de nutrimentos y producción en la asociación frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis M. S. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. 116 p.
- 12 MULLINGE, S. K. Effect of altitude on the distribution of the fungus causing coffee berry disease in Kenya. *Annals of Applied Biology* 67:93-98. 1971.
- 13 NORMANHA, E. S. General aspects of cassava root production in Brazil. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, 2nd. Proceedings Hawaii, 1970. University of Hawaii, 1970. pp. 61-63.
- 14 NUTMAN, F. J., y ROBERT, F. M. Seasonal variation in the sporulation capacity of the fungus causing coffee berry disease. *Annals of Applied Biology* 64: 85-99. 1969.
- 15 PETERSON, R. E., CAMPBELL, A. B. y HANNAH, A. E. Diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stem of cereals. *Canadian Journal of Research Section C* 26:496-500. 1948.
- 16 IORIYAMA, K. Recent progress of studies on horizontal resistance in rice breeding for blast resistance in Japan. In Morris, S. (ed.) Proceedings of the Seminar on Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice, Octubre 1971, Cali, Colombia, CIAT. 1975. pp. 65-100.
- 17 VAN DER PLANK, J. E. Plant diseases: Epidemics and control. New York, Academic Press, 1963. 349 p.
- 18 ————. Disease resistance in plants. New York, Academic Press, 1968. 206 p.

Predicción del consumo de pastos en base a fracciones químicas y parámetros de digestión^{*1/}

—DANILO PEZO**, KAREL VOHNOUT**, CARLOS LEON VELARDE***, ARNULFO CAMARGO

ABSTRACT

The use of chromogens, lutein, indigestible protein, lignin, silica and in vitro dry matter indigestibility as estimators of forage consumption by cattle was studied in six tropical grasses. Acceptable estimates of grass consumption were obtained by using indigestible protein and permanganate lignin as tracers ($r^2 = 0.78$ and 0.71 , respectively). Dry matter indigestibilities at 48 and 96 hours and the potential indigestibility value resulted in more reliable consumption prediction ($r^2 = 0.86$, 0.92 and 0.91 , respectively). Neither chemical fractions nor digestibility parameters were of significant value to predict dry matter intake. It is concluded that forage intake can be predicted from the relation $\text{Dry Matter Intake} = (\text{Fecal Dry Matter}) (100)/(100 - \text{in vitro Digestibility})$.

Introducción

PARA poder desarrollar una metodología que permita predecir la producción de ganado vacuno en pastoreo es necesario poder determinar el consumo de pasto. Sin embargo, aún no se cuenta con un método confiable. Para la medida del consumo en pastoreo se han propuesto métodos directos o agronómicos y métodos indirectos de indicadores. La poca precisión observada en las estimaciones del consumo hechas mediante técnicas agronómicas (24) ha llevado a la preferencia de los métodos indirectos. La metodología desarrollada con forrajes de zona templada no está suficientemente perfeccionada (8, 12, 34) y es poca la información existente sobre el uso de estas técnicas en forrajes tropicales (2).

El desarrollo de métodos de análisis químico con mayor sentido biológico que los métodos tradicionales (28) y de técnicas *in vitro* para la determinación de la digestibilidad (30) han abierto nuevas posibilidades en la evaluación nutritiva de forrajes. Conforme a estas consideraciones, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el uso de varios indicadores químicos y de parámetros de digestión *in vitro* en la estimación del consumo de pasto por vacuno.

Materiales y métodos

Se utilizaron muestras provenientes de 18 ensayos de consumo y digestibilidad por colección total (31), con 72 vacunos de razas Criollo, Jersey y Criollo x Jersey, cuyos pesos oscilaban entre 150 y 450 kilos. Los animales consumieron pastos correspondientes a cortes a las 4, 8 y 12 semanas, de seis gramíneas tropicales: Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), Guinea (*Panicum maximum* Jacq), Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach), Patá (*Biarbia nutica* (Forsk.) Stapf), Alemán (*Echinochloa polystachia* (H.B.K.) Hitch) y Gamalote (*Paspalum fasciculatum* Willd).

En las muestras de forraje ofrecido y rechazado y en las heces se determinaron las fracciones consideradas en el sistema propuesto por Gozring y Van Soest (9) Nitrógeno, determinado por el método de micro Kjeldahl (2) Concentración de proteína indigerible estimada mediante la ecuación: $\%PI = 3,480 + 0,074 (\%FC)$ [1], donde PI = proteína indigerible y FC = proteína cruda (17) Luteína, colectada por cromatografía en capa fina, previa extracción de los pigmentos totales por destilación en soxhlet durante cuatro horas (11); luego de una dilución en etanol, la lectura en espectrofotómetro se hizo a 446 nm de longitud de onda Cromógenos, según la técnica propuesta por Iturbide y Bateman (18) Digestibilidad de materia seca a 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas, usando la fase celulolítica de la técnica de digestión *in vitro* (30) Las relaciones matemáticas usadas para la estimación de la composición química y digestibilidad en el forraje consumido,

* Recibido para la publicación el 25 de marzo de 1977

1/ Parte del trabajo de tesis de los Estudiantes Graduados Danilo Pezo, Carlos León Valverde y Arnulfo Camargo, para optar el grado de Mr. Sci en la Escuela para Graduados del IICA, Turrialba, Costa Rica

** Departamento de Ganadería Tropical, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

*** IICA, Santo Domingo, República Dominicana

así como la definición de los parámetros de velocidad de digestión, han sido descritas previamente (26)

Para la estimación del consumo de materia seca utilizando los cromógenos, luteína, proteína indigerible, lignina, sílice y lignocelulosa (FDA) como indicadores en técnicas de relación, se utilizó la ecuación: $MSC = (\%IH/\%IC) MSH$ [2], donde: MSC = cantidad de materia seca consumida, MSH = cantidad de materia seca fecal, IC = concentración del indicador en la materia seca consumida e IH = concentración del indicador en la materia seca fecal. Con los datos de digestibilidad *in vitro* de la materia seca a 48 y 96 horas y con el valor de digestibilidad potencial, el consumo se estimó a partir de la relación: $MSC = (MSH/(100 \cdot D) \cdot 100$ [3], donde: D = por ciento de digestibilidad

El consumo estimado se comparó con el observado, mediante la función: $Y = b_0 + b_1 X$ [4], donde: Y = consumo observado de materia seca (kg/día), b_0 = valor de Y cuando X es cero, b_1 = coeficiente de regresión y X = consumo de materia seca estimado por la relación [2] ó [3]. De acuerdo a la hipótesis de nulidad (H_0) si el comportamiento del indicador se ajusta a la relación [2] ó [3], la ecuación [4] debe presentar los valores $b_0 = 0$ y $b_1 = 1$,

Para la predicción del consumo en base a fracciones químicas y parámetros de digestión se probaron modelos lineales, logarítmicos, geométricos y cuadráticos, en análisis de regresión simple. El consumo de materia seca expresado en base al peso metabólico ($P^{0.75}$) fue la variable dependiente y los constituyentes de pared celular, lignocelulosa, hemicelulosa, celulosa, lignina, sílice, proteína, la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, y las tasas de aceleración e inhibición de la digestión como variables independientes. Para predecir el consumo de materia seca por unidad de peso metabólico se

utilizaron las tasas de aceleración e inhibición de la digestión, conjuntamente con algunas fracciones químicas, en análisis de regresión múltiple.

Resultados y discusión

Estimación del consumo utilizando indicadores químicos

En el Cuadro 1 se muestran los coeficientes de regresión según la ecuación [4], para las estimaciones de materia seca consumida hecha con base en indicadores químicos y parámetros de digestión. Se puede observar que de los indicadores químicos sólo la proteína indigerible y la lignina cumplieron con la hipótesis propuesta de que b_0 y b_1 no diferían significativamente de 0 y 1, respectivamente. Sin embargo, el valor predictivo de las funciones ($r^2 = 0,78$ y $0,71$, para proteína indigerible y lignina, respectivamente) fue menor que para ligno-celulosa, cromógenos y sílice ($r^2 = 0,90$, $0,87$ y $0,86$, respectivamente).

Debe tenerse cuidado al usar la proteína indigerible como indicador de consumo, puesto que ha sido estimada a partir de la ecuación empírica [1]. En esta ecuación se considera la proteína indigerible sólo dependiente de la proteína cruda del forraje ingerido, cuando también puede estar influida por la concentración de fracciones fibrosas en el alimento ingerido (9)

Con relación a lignina, se encontró gran variabilidad en la recuperación "aparente" de este indicador. Mientras que en Pangola se logró una recuperación de 159,4% en Gamalote fue de sólo 58,3%. La digestibilidad promedio de la lignina para todos los pastos y edades estudiadas fue de 7,9%, valor que es similar

Cuadro 1 — Regresiones intra-clase de los consumos estimados usando diferentes indicadores y los consumos observados en seis pastos tropicales¹

	$b_0 \pm sb_0$	$b_1 \pm sb_1$	r^2
Cromógenos	0,454* \pm 0,057	0,942 \pm 0,049	0,874
Luteína	2,788* \pm 0,338	0,522* \pm 0,107	0,254
Proteína indigerible	0,127 \pm 0,074	1,122 \pm 0,081	0,782
Lignina	0,308 \pm 0,314	1,042 \pm 0,079	0,713
Sílice	0,739* \pm 0,177	2,225* \pm 0,105	0,864
Ligno-celulosa	0,104 \pm 0,174	1,902* \pm 0,076	0,900
Digestibilidad <i>in vitro</i> 48 horas	0,298 \pm 0,205	1,024 \pm 0,050	0,855
Digestibilidad <i>in vitro</i> a 96 horas	0,228 \pm 0,147	0,952 \pm 0,033	0,923
Digestibilidad potencial (1/a)	0,213 \pm 0,156	0,940 \pm 0,034	0,914

¹ $H_0: b_0 = 0$ $H_0: b_1 = 1$

* Significante P: 0,01

a los promedios de digestibilidad citados en la literatura (7, 34). La gran variación observada en la digestibilidad de la lignina es producto de la falta de uniformidad química de esta fracción. Existen fracciones de lignina con diferente capacidad de ser hidrolizadas en el sistema digestivo (27). Además, existe la posibilidad que en los procesos digestivos (1) o en el secado de las heces (10) se hayan formado compuestos que aparecen como lignina en el análisis químico.

La sílice presentó una digestibilidad promedio de -11,5%, lo que podría deberse a contaminación del pasto ofrecido con material del suelo (14). En contraste, en el pasto Elefante se obtuvo una digestibilidad para sílice de 14,5%, indicando una posible solubilización a nivel ruminal (4). A pesar de que el valor predictivo fue aceptable ($r^2 = 0,86$), la falta de comprobación de las hipótesis de nulidad, sugiere precaución en la utilización del método.

La ligno-celulosa (FDA) no ha sido utilizada anteriormente como indicador. En el presente trabajo, a pesar del valor de $r^2 = 0,90$ en la regresión del consumo observado vs el estimado, el valor de b_1 fue diferente de uno ($P \leq 0,01$). Esto implica una subestimación del consumo cuando se usa este indicador, al ser la ligno-celulosa parcialmente digerible (48,2% en el presente estudio). Sin embargo, al tratarse de una fracción de determinación química fácil, y considerando el alto valor de predicción observada, se podría usar la ligno-celulosa como indicador corrigiéndola por su digestibilidad, tal como se ha propuesto para otras fracciones parcialmente digeribles (32).

En el caso de los cromógenos hubo una recuperación "aparente" de 81%, lo que ha determinado que el valor b_0 difiera significativamente ($P \leq 0,01$) de cero. Este valor de 81% resulta inferior al encontrado por Iturbide y Bateman (19), quienes con la misma técnica (lecturas a 415 nm luego de 24 horas de reposo) obtuvieron recuperaciones "aparentes" cercanas a 100%. El problema de la recuperación "aparente" incompleta que se ha observado en el presente estudio, puede ser debida a que hay absorción de los pigmentos en los procesos digestivos o a la inestabilidad del color de los pigmentos después de la extracción (19). Además por tratarse de muestras secas de forraje, pueden haberse producido transformaciones químicas como consecuencia del secado.

La luteína tuvo el valor predictivo más bajo ($r^2 = 0,25$). La recuperación fue de 72% en promedio, variando de 36,1 a 124,4% en función de pasto analizado. Son válidas las mismas consideraciones expresadas para cromógenos.

Estimaciones del consumo utilizando parámetros de digestión como indicadores.

En el Cuadro 1 también se muestran los coeficientes de regresión según la ecuación [4], para las estimaciones de MSC en base a las digestibilidades determinadas *in vitro* a 48 y 96 horas y en base a la diges-

tibilidad potencial (26). No se han considerado las digestibilidades a 3, 6, 12 y 24 horas, debido a que la confiabilidad de las predicciones fue muy baja.

Al usar los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca a 48 (D48) y 96 horas (D96) y la digestibilidad potencial (1/a) como estimadores del consumo, los parámetros de las regresiones no difirieron de los valores propuestos ($b_0 = 0$, $b_1 = 1$). Las confiabilidades de las predicciones ($r^2 = 0,86$, $0,92$ y $0,91$, para D48, D96 y 1/a, respectivamente), fueron mayores que para los indicadores químicos. Estas diferencias radican posiblemente en que los indicadores químicos se suponen indigeribles, cuando realmente no lo son. El que se obtenga mejores predicciones del consumo con D96 y 1/a que con D48, puede deberse a que se trabajó sólo con la fase de digestión celulolítica. A las 48 horas posiblemente no se alcanzó un valor equivalente a la digestibilidad *in vivo* (21).

Predicciones del consumo con base en fracciones químicas

La confiabilidad de las predicciones del consumo con base en fracciones fibrosas o proteínas, tanto al nivel de pastos individuales como de todos los pastos, fue muy baja, pese a que en algunos de los casos se alcanzó significación estadística.

Las predicciones del consumo hechas con base en constituyentes de pared celular (FDN), ligno-celulosa (FDA), lignina permanganato (L) y sílice (Si), que alcanzaron significación ($P \leq 0,01$ para FDN y Si; $P \leq 0,05$ para FDA y L) tienen valores de r^2 bastante menores que los observados en forrajes de zona templada (21, 29). En el presente estudio los consumos de forrajes fueron en general muy bajos y posiblemente influidos por el comportamiento social y el manejo en confinamiento (15, 16), que son factores difíciles de cuantificar. Esto determina que la composición química deba usarse para estimar el consumo sólo bajo condiciones muy restringidas.

Predicción del consumo con base en parámetros de digestión

En el Cuadro 3 se presentan los valores de r^2 de las predicciones del consumo de materia seca con base en la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, y las tasas de aceleración (c) e inhibición de la digestión (ac) (26). A pesar de que en algunos casos se encontró significancia estadística, los valores predictivos de las funciones desarrolladas son muy bajas. Las mismas consideraciones hechas en la evaluación de las fracciones químicas es válida aquí. Los valores de r^2 aumentaron algo al utilizar conjuntamente la composición química y los parámetros de digestibilidad (Cuadro 4); sin embargo, el método no es confiable.

Los resultados obtenidos en el presente estudio no implican que el "llenado del rumen" no sea el mecanismo más importante de regulación del consumo en forrajes como los estudiados (5). Estos forrajes se caracterizan

Cuadro 2—Valores de r^2 de la predicción del consumo de materia seca por kilo de peso metabólico ($P^{0.75}$) en función de diferentes fracciones químicas

Pasto	FND	FDA	H	C	I	Si	P
Gamalote	0,01 LI	0,19 C	0,11 C	0,11 C	0,01 C	0,17 C	0,13 C
Alemán	0,11 C	0,01 G	0,15 C	0,09 C	0,01 C	0,41 C*	0,04 C
Guinea	0,32 LI, C	0,48 C*	0,54 LI, C**	0,37 C*	0,39 C*	0,16 C	0,25 C
Pará	0,00	0,28 C	0,08 C	0,06 LI, C	0,01 LG	0,09 C	0,17 C
Elefante	0,08 LI	0,22 C	0,06 C	0,34 C*	0,25 C	0,34 C*	0,26 C
Pangola	0,03 LI	0,26 LG	0,06 C	0,14 G*	0,04 C	0,18 G	0,45 G*
Todos	0,15 C**	0,05 C*	0,03 LI, C	0,03 C	0,08 C*	0,10 C**	0,4 C

LI = Modelo Lineal
 LG = Modelo logarítmico
 G = Modelo Geométrico
 C = Modelo Cuadrático

* Significante $P \leq 0.05$

** Significante $P \leq 0.01$

por su alto contenido de fibra difícil de ser desdobladas físicamente en la rumia y químicamente en la hidrólisis celulolítica por acción de los microorganismos del rumen (3, 25). En los ensayos *in vivo* (31) los animales estuvieron consumiendo por debajo de su capacidad física, ya sea por problemas de manejo o de acostumbramiento al forraje ofrecido. Esto implica que los animales no alcanzaron un nivel de estabilidad. Esto es un extremo importante pues se acostumbra realizar pruebas de consumo en lapsos muy cortos. Otro factor que pudo afectar los resultados es que al estimar las tasas de digestión del forraje consumido se han supuesto

Cuadro 3—Valores de r^2 de la predicción del consumo de materia seca por kilogramo de peso metabólico en función de parámetros de digestión

Pasto	DMS <i>in vitro</i>	Tasa de aceleración de digestión (c)	Tasa de inhibición de digestión (ac)
Gamalote	0,27 C	0,04 C	0,10 C
Alemán	0,16 C	0,19 C	0,26 C
Guinea	0,05 LG	0,45 C*	0,40 C*
Pará	0,37 LG*	0,07 C	0,12 C
Elefante	0,61 C**	0,06 C	0,05 C
Pangola	0,63 C**	0,36 C*	0,32 C
Todos	0,35 C**	0,00	0,01 C

iguales tasas para el forraje ofrecido y el rechazado, sin considerar el carácter selectivo del consumo *ad libitum* (6)

Sistema propuesto para estimar el consumo en pastoreo

Basándose en los resultados obtenidos, se propone el método de relación, utilizando los parámetros de digestión como indicadores en la estimación del consumo

Cuadro 4—Valores de r^2 de la predicción del consumo de materia seca por kilogramo de peso metabólico ($P^{0.75}$) en función de parámetros de velocidad de digestión y algunas fracciones químicas

Pasto	c + ac	c + ac + FDA	c + ac + FDA	c + ac + FDA + P
Gamalote	0,31	0,49	0,33	0,71*
Alemán	0,37	0,48	0,37	0,48
Guinea	0,26	0,39	0,31	0,29
Pará	0,08	0,10	0,08	0,08
Elefante	0,00	0,15	0,13	0,15
Pangola	0,09	0,18	0,09	0,22
Todos	0,01	0,025	0,06	0,26**

* Significancia a nivel ($P \leq 0.05$)

** Significancia a nivel ($P \leq 0.01$)

De estos parámetros la D48, a pesar de que predice con menor confiabilidad ($r^2 = 0,86$) el consumo que D96 y 1/a ($r^2 = 0,92$ y $0,91$, respectivamente), tiene la ventaja de ser determinada en menor tiempo que D96 y de manera menos tediosa que 1/a. Hay que anotar que al tratarse de un método biológico y no químico está sujeto a mayor variabilidad. Sin embargo, ésta puede ser controlada en parte por estandarización de la dieta del animal donante (22) y de los procedimientos *in vitro* (33). La forma de obtener muestras representativas del forraje consumido debería ser utilizando animales fistulados al esófago como muestreadores (23). Las muestras obtenidas por este procedimiento se contaminan con el suelo y minerales de la saliva (14), por lo que sería necesario expresar la digestibilidad en términos de materia orgánica.

La estimación de la producción fecal, el otro componente de la ecuación [5], podría hacerse por colección total o mediante el uso de óxido crómico (13). Si bien no se han observado diferencias entre ambos procedimientos, es todavía un área que merece mayor estudio. El mayor problema es la dosificación diaria con óxido crómico.

Resumen

Se estudiaron los cromógenos, lutéina, proteína indigerible, lignina, sílice, ligno-celulosa, digestibilidad e indigestibilidad *in vitro*, como parámetros para la estimación del consumo de pasto por vacunos. Se trabajó con Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Guinea (*Panicum maximum*, Jacq), Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumacher), Parí (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf), Aleman (*Echinochloa polystachia* (H. B. K.) Hitchc) y Gamalote (*Paspalum fasciculatum*, Willd), cosechadas a 4, 8, y 12 semanas de edad, provenientes de estudios de consumo con 72 animales entre 150 y 450 kg de peso vivo.

Estimaciones aceptables del consumo se obtuvieron usando la proteína indigerible y la lignina permanganato como indicadores en técnicas de relación ($r^2 = 0,78$ y $0,71$, respectivamente). Sin embargo, las indigestibilidades a 48 y 96 horas y el valor de indigestibilidad potencial permitieron predicciones más confiables del consumo ($r^2 = 0,86$, $0,92$ y $0,91$, respectivamente). Las predicciones del consumo de materia seca hechas con base en la composición química y a parámetros de digestión no pueden considerarse confiables.

Se concluye: 1) Que el consumo de forrajes puede ser predicho a partir de valores de indigestibilidad *in vitro* y de la producción fecal, por medio de la ecuación $CEMS = [MSH / (100 - d)] \cdot 100$, donde: CEMS = consumo estimado de materia seca, MSH = cantidad de materia seca fecal y D = digestibilidad *in vitro* de materia seca obtenida después de un período de incubación de por lo menos 48 horas. 2) Que las pruebas de consumo y digestibilidad no son válidas a menos que se realicen durante un tiempo suficientemente largo para permitir la estabilidad del sistema.

Literatura citada

1. ALLISON, D. W. y OSBOURN, D. F. The cellulose lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. *Journal of Agricultural Science* 71 (1):23-36 1970.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists 11th ed. Washington, D. C. 1970. 1015 p.
3. BINES, J. A. y DAVEY, A. W. F. Voluntary intake, digestion, rate of passage, amount of material in the alimentary tract and behaviour in cows receiving complete diets containing straw and concentrates in different proportions. *British Journal of Nutrition* 24 (4):1013-1028 1970.
4. BLACKMAN, E. y BAILEY, C. B. Dissolution of silica from dried grass in nylon bags placed in the rumen of a cow. *Canadian Journal of Animal Science* 51 (2):327-332 1971.
5. BLAXTER, K. L., WAINMAN, F. W. y WILSON, R. S. The regulation of food intake by sheep. *Animal Production* 3(1):51-61 1961.
6. BOHMAN, V. R. y LESPERANCE, A. L. Methodology research for range forage evaluation. *Journal of Animal Science* 26(4):820-826 1967.
7. COLBURN, M. W., EVANS, J. L. y RAMAGE, C. H. Apparent and true digestibility of forage nutrients by ruminant animals. *Journal of Dairy Science* 51 (9):1450-1457 1968.
8. DRENNAN, M. J., HOLMES, J. H. B. y GARRET, W. N. A comparison of markers for estimating magnitude of rumen digestion. *British Journal of Nutrition* 24:961-970 1970.
9. GOERING, H. K. y SOEST, P. J. VAN. Análisis de fibra de forrajes. La Molina, Universidad Nacional Agraria. Programa de Forrajes y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Boletín N° 10 1972. 41 p.
10. ———. SOEST, P. J. VAN y HEMKEN, R. W. Relative susceptibility of forages to heat damage as affected by moisture, temperature and pH. *Journal of Dairy Science* 56(1):137-143 1973.
11. LAGER, A. y MEYER-BERTENRATH, T. Die Isolierung und quantitative Bestimmung der Carotinoide und Chlorophylle von Blättern, Algen und isolierten Chloroplasten mit Hilfe dünnschicht-chromatographischer Methoden. *Planta* 69(3):198-217 1966.
12. HARRIS, L. E., et al. Techniques of research in range livestock nutrition. Utah Agricultural Experiment Station Bulletin N° 471 1967. 86 p.
13. HATTAN, G. L. y OWEN, F. G. Efficiency of total collection and chromic oxide techniques in short term digestion trials. *Journal of Dairy Science* 53(3):325-329 1970.
14. HEALY, W. B. The effect of soil content of faeces on faecal organic matter value as determined by ignition techniques. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 12(4):639-641 1969.
15. HEANEY, D. P. Voluntary intake as a component of an index to forage quality. In National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, Nebraska, 1969. Proceedings Nebraska, Nebraska Center for Continuing Education, 1970. pp. C-1-10.

- 16 HOGSDON, J y WILKINSON, J M. The relationship between live-weight and herbage intake in grazing cattle. *Animal Production* 9(3):365-376 1967
- 17 HOLTER, A. J y REID, J. I. Relationship between the concentration of crude protein and apparently digestible protein in forages. *Journal of Animal Science* 18(3):1339-1348 1959
- 18 ITURBIDE, A y BATEMAN, J. Método par la determinación de feofitina en extractos cromogénicos de heces y pastos. *Turrialba (Costa Rica)* 17(1):91-93 1967
- 19 ————— y BATEMAN, J. Evaluación de los factores que influyen en la precisión de la técnica de los pigmentos vegetales o cromógenos para estimar digestibilidad de forrajes. *Turrialba (Costa Rica)* 18(2):101-109 1968
- 20 JEFFERY, H. Assesment of faecal nitrogen as an index for estimating digestibility and intake of food by sheep on *Pennisetum clandestinum* based pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture & Animal Husbandry* 11(51):393-396
- 21 JOHNSON, R.R y DEHORRY, B. A. A comparison of several laboratory techniques to predict digestibility and intake of forages. *Journal of Animal Science* 27(6):1738-1742 1968
- 22 KNIPFEL, J. E y TROELSEN, J. E. Interaction between inoculum donor diet and substrate in *in vitro* ruminant digestion studies. *Canadian Journal of Animal Science* 46(2):91-95 1966
- 23 LANGLANDS, J. P. Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep. III. A comparison of oesophageal fistula and faecal index techniques for the indirect estimation of digestibility. *Animal Production* 9(3):325-331 1967.
- 24 OLUBAJO, F. O. y OYENUGA, V. A. Digestibility of tropical pasture mixture using the indicator techniques. *Journal of Agricultural Science* 75(1):175-181 1970
- 25 PEARCE, G. R y MOIR, R. J. Rumination in sheep. I. The influence of rumination and grinding upon the passage and digestion of food. *Australian Journal of Agricultural Research* 15(4):635-644 1964
- 26 PEZO, D. y VOHNOUT, K. Tasas de digestión *in vitro* en seis gramíneas tropicales. *Turrialba (Costa Rica)* 27(1):47-53 1977
- 27 PORTIER, P y SINGLETON, A. G. The degradation of lignin and quantitative aspects of ruminant digestion. *British Journal of Nutrition* 25(1):3-14 1971
- 28 SOEST, P. J. VAN. Symposium on nutrition and forages and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. *Journal of Animal Science* 23(3):838-845 1964
- 29 —————. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science* 24(3):834-843 1965
- 30 HILLEY, J.M.A y TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(2):101-111 1963
- 31 TURRIZA, I. Consumo por el ganado, digestibilidad y composición química de seis gramíneas tropicales. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970 35 p.
- 32 WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in forages and faeces. *Journal of Agricultural Science* 73(1):57-64 1969.
- 33 ————— y MINSON, D. J. The effects of grinding, supplementation and incubation period on cellulose digestibility *in vitro* and its relationship with cellulose and organic matter digestibility *in vivo*. *Journal of Agricultural Science* 74(3):445-451 1970
- 34 WILSON, A. D., WEIR, W. C y TORREL, D. T. Comparison of methods of estimating the digestibility of range forage and browse. *Journal of Animal Science* 32(5):1046-1050 1971

Notas y Comentarios

El misterio del mimetismo de las corales

Las serpientes corales de los neotrópicos presentan un formidable problema tanto a los predadores como a los zoólogos. Todas tienen la piel con anillos contrastantes amarillos, negros, rojos y a veces blancos, pero aunque algunas (las corales verdaderas del género *Micrurus*) son muy venenosas, otras son sólo débilmente venenosas, y finalmente hay otras que no son nada dañinas. El problema para los predadores es evitar las culebras más venenosas. El problema para los zoólogos es decidir la forma como emergió el sistema.

Las verdaderas corales son demasiado venenosas para ser consideradas como modelos; los predadores potenciales no tendrían la oportunidad de aprender a evitar la culebra si, después de haber cazado una, caían muertos prontamente.

Así fue como Wolfgang Wickler sugirió que tanto las corales mortales como las inofensivas derivaron su protección imitando las *ligeramente* peligrosas. Esto es el mimetismo Mertensiano, llamado por R. Mertens, quien hizo el trabajo pionero sobre las corales. Wicker también afirmó que ningún predador podría reconocer innatamente los dibujos de la coral.

Susan Smith, en trabajos realizados en la Universidad Nacional, Costa Rica, ha puesto en duda estas ideas (*Nature*, vol. 265, p. 535). Trabajó con el bienteveo o campeador, (*Pitangus sulphuratus*) una ave que habita desde Texas hasta la Argentina, donde también son abundantes las corales. Seis bienteveos jóvenes fueron extraídos de sus nidos y criados en el laboratorio. Cuando tenían unos 45 días de edad se les presentaron modelos cilíndricos con una variedad de anillos de colores. Los pájaros atacaron con ahínco un modelo con anillos verdes y blancos, pero evitaron los anillos rojos, amarillos y negros, y en menos escala, dos con anillos rojos y amarillos. Los mismos colores pintados como rayas longitudinales en el cilindro recibieron los mismos tratamientos.

La Dra. Smith opina que el rechazo de "anillos de coral" por el bienteveo es innato, y que el rechazo ligeramente más bajo de los anillos rojos y amarillos es debido a la generalización de los dibujos de la coral. Si el pájaro evita normalmente las verdaderas corales sin necesitar experiencia para hacerlo, es posible para serpientes inocuas y menos mortales convertirse en mímicos porque también serían rechazadas si se parecen a las corales verdaderas. No es necesario el mimetismo Mertensiano para explicar la evolución del complejo caso de las corales.

El único punto por aclarar en el misterio es por qué los bienteveos han evolucionado hacia el rechazo de las corales, ya que su alimentación normal consiste de insectos y ocasionalmente pequeños peces y lagartijas. Desafortunadamente, la Dra. Smith no suministra ninguna discusión al respecto.

Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de manganeso, hierro, boro y zinc.*

ALEJANDRO MORALES ABANTO**, LUDWIG E MÜLLER***

ABSTRACT

After growing passion flower plants (Passiflora edulis Sims) for several months in nutrient solutions lacking the elements manganese, iron, boron and zinc, the resulting physiological and morphological-anatomical alterations were observed.

Manganese deficiency manifested itself by rough mottling of the youngest leaves which later turned yellow.

Lack of iron caused the typical fine reticulation of the dark-green veinal network against the chlorotic mesophyll of the youngest leaves, as found in many plants. In advanced stages the affected leaves turned whitish, with the chlorosis coinciding with a reduction of the number of chloroplasts in the affected cells.

Omission of boron caused alteration of the shoot apices, with the terminal bud subject to necrosis, thus reducing overall growth of the plants. At the same time the youngest leaves became chlorotic and the cambial cells deformed and disrupted.

When zinc was limiting, the youngest leaves were smaller than normal, undulated, deformed, with small necrotic spots and later yellowing of the parenchyma.

Introducción

LA planta necesita para completar su ciclo de vida cierto número de elementos minerales, denominados por esa razón esenciales. Si la concentración de uno de ellos está por debajo de la normal, ocurren trastornos que se manifiestan en forma de síntomas visibles característicos.

En el presente trabajo se han provocado artificialmente mediante cultivo en soluciones nutritivas carentes, tales síntomas para cuatro micronutrientes, manganeso, hierro, boro y zinc, en plantas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims).

Revisión de literatura

Los llamados micronutrientes, o sea aquellos elementos esenciales que la planta necesita apenas en cantidades muy pequeñas, ejercen, sin embargo, funciones

sumamente importantes en el metabolismo celular, especialmente en forma de constituyentes o activadores de enzimas. Su falta afectará, por eso, principalmente reacciones enzimáticas con variadas consecuencias fisiológicas y también morfológico anatómicas.

El manganeso, a pesar de no formar constituyente, ni de la molécula de la clorofila ni de sus precursores, tiene una función importante en su síntesis y estabilidad en los cloroplastos. Por eso, síntomas de una deficiencia se manifiestan, generalmente, en las hojas jóvenes, en forma de una clorosis (5, 6, 27). Al comienzo, cuando la falta todavía no es muy aguda, esta clorosis se presenta normalmente en forma de una reticulación gruesa debido a que la mayor parte de la nervadura y franjas angostas a cada lado de los nervios, permanecen verdes, contrastando con el color amarillo-pálido del mesofilo (5, 6, 7, 8, 9, 11, 17, 18, 19, 27). En estados más avanzados, un amarillamiento uniforme y manchas necróticas substituyen frecuentemente la reticulación (5, 6, 8, 9, 17, 18, 27). Además de la pérdida de los pigmentos verdes, dependiendo de la especie, puede haber también deformaciones y necrosis foliar (5, 6, 8, 9, 17), defoliación prematura (11) y alteraciones del mesofilo (1, 9, 28).

* Recibido para su publicación el 22 de noviembre de 1976.

** Profesor Principal del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Técnica de Piura, Perú.

*** Fitofisiólogo Principal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-OEA.
Dirección actual: Caixa Postal 1153; 90 000 Porto Alegre, RS; Brasil.

Los síntomas de la deficiencia de hierro son muy similares en casi todas las especies vegetales. Primeramente las hojas jóvenes muestran una clorosis intervenal típica, con toda la nervadura verde sobre un fondo amarillento. Al acentuarse la carencia, las hojas pueden tornarse blancuzcas, incluyendo los nervios (5, 6, 7, 8, 11, 14, 18, 27, 28).

Boro es el microelemento con el menor margen entre concentraciones deficiente y tóxica. Debido a que este elemento es esencial para la mitosis, su falta se manifiesta normalmente en las regiones meristemáticas por crecimiento retardado y muerte de las yemas terminales (5, 6, 7, 8, 18, 24, 27, 28). Al morir las yemas apicales, se puede producir una proliferación de yemas axilares en un mismo nudo (18, 24, 28). Igual que el tallo, las hojas jóvenes también sufren deformaciones, ya que la deficiencia altera el desarrollo de los tejidos del mesofilo y a veces vascular (7, 8, 18, 19, 28).

La falta de zinc afecta mayormente la parte terminal de las plantas, debido a su importancia en el alargamiento celular y en parte en la multiplicación celular. Por la reducción del tamaño de las células, y con esto de los internodios, los brotes adquieren la forma típica de una "roseta" (2, 3, 4, 12, 18, 22, 23). Las hojas jóvenes, además de cloróticas, son deformadas, a veces lateralmente retorcidas "sickle leaf" y más pequeñas que normalmente.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en los invernaderos y laboratorios de Fisiología Vegetal del Centro de Enseñanza e Investigación del IICA, en Turrialba, Costa Rica.

Para inducir las deficiencias, se cultivaron las plantas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en soluciones nutritivas deficientes en los elementos estudiados, siendo los tratamientos los siguientes: T (testigo, solución completa), -Mn, -Fe, y -Zn, con cuatro repeticiones y distribución al azar de los frascos. Los detalles de la técnica ya fueron publicados anteriormente (16). Los síntomas se compararon con las características de las plantas testigo (T), descritas previamente (15).

Resultados y discusión

A continuación se describen los síntomas visibles y alteraciones anatómicas observadas en las plantas de maracuyá, deficientes en manganeso, hierro, boro y zinc.

Planta deficiente en manganeso

Síntomas visibles. Los síntomas se iniciaron a los 120 días en las hojas superiores, en forma de manchas cloróticas en las áreas intervenales lo que resultó en un aspecto moteado, ya que los nervios, junto con una delgada franja de parénquima a cada lado, permanecieron verdes (Fig. 1). Al agudizarse la deficiencia, las hojas se tornaron uniformemente amarillas, apareciendo



Fig. 1.—Síntomas visibles de deficiencia de manganeso.

luego puntos blanquecinos y necróticos. Posteriormente se produjo un encurvamiento de los bordes de las hojas hacia abajo.

Estos resultados fueron similares a los descritos para otras especies (5, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 19, 27), con la diferencia de que en maracuyá no se produjo defoliación prematura y la clorosis no avanzó a las hojas del tercio inferior, como sucedió en algunas especies, debido a la acumulación previa de manganeso en estas hojas durante la permanencia de las plantas en solución completa.

Los zarcillos jóvenes presentaron ciertas deformaciones y necrosis en su parte media, lo que posiblemente dio lugar a desenrollamientos. Como consecuencia de estas alteraciones, dichos órganos tenían el aspecto de estar estirados.

Alteraciones anatómicas. Las raíces, tallos y zarcillos no mostraron ninguna alteración anatómica visible. Estos resultados contrastaron con los encontrados por Eltinge (9) en tallos de tomate, deficientes en manganeso, que tenían menos xilema y muchos vasos aparecieron taponados con material coagulado. Similarmente, en brotes de manzano (20), la deficiencia afectó el buen desarrollo de los tejidos corticales y vasculares.

Las observaciones realizadas en las áreas cloróticas de hojas mostraron algunas células en empalizada deformadas, con los cloroplastos reunidos en forma desordenada (Fig. 2); las células esponjosas sufrieron menos alteraciones. Estas observaciones difieren de los descritos por Haas (11) en hojas de cítricos, quien encontró desintegración de las células del mesofilo. Pero las observaciones coinciden con las descritas por Eltinge (9) y West y Harris (28) en hojas de tomate.

Planta deficiente en hierro

Síntomas visibles. La deficiencia de hierro se manifestó a los 150 días con una clorosis intervenal en las hojas jóvenes, permaneciendo solamente la nerva-

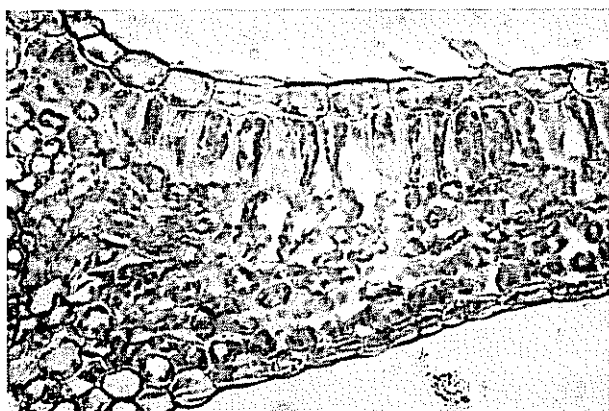


Fig. 2—Alteraciones anatómicas en hojas deficientes en boro.

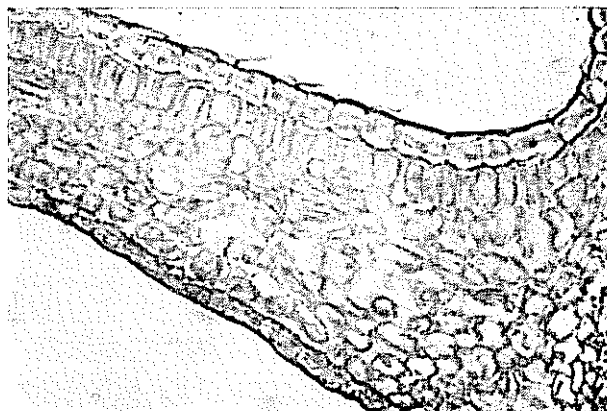


Fig. 4—Alteraciones anatómicas en hojas deficientes en boro.

dura de color verde oscuro, lo que dio un aspecto finamente reticulado. Al agudizarse la deficiencia, la clorosis afectó también a las hojas de los brotes del tercio medio de la planta, mientras que las hojas tiernas se tornaron blanquecinas, incluyendo las nervaduras (Fig. 3).

Estos síntomas coinciden plenamente con los encontrados en muchas otras especies afectadas por la misma deficiencia (5, 6, 7, 8, 11, 14, 18, 27, 28).

Alteraciones anatómicas Cortes transversales realizados en raíces, tallos y zarcillos no mostraron ninguna alteración anatómica.

En hojas deficientes, el parénquima en empalizada estaba poco desarrollado, con células cortas, mientras que el parénquima esponjoso fue más compacto (Fig. 4). En todo el mesofilo habían muy pocos cloroplastos, de tamaño reducido, y replegados a la parte periférica de las células clorenquimáticas, en comparación con el testigo (15).

Estas alteraciones coinciden con las encontradas en hojas de tomate y espinaca (26), así como en guisantes (28).



Fig. 3—Síntomas visibles de deficiencia de boro.

Planta deficiente en boro

Síntomas visibles A los 120 días de omitir el boro de la solución nutritiva, la yema terminal de los tallos comenzó a sufrir atrofia y después necrosis, lo que dio lugar a un estancamiento en el desarrollo de la planta (Fig. 5). Las hojas jóvenes crecieron



Fig. 5—Síntomas visibles de deficiencia de boro.

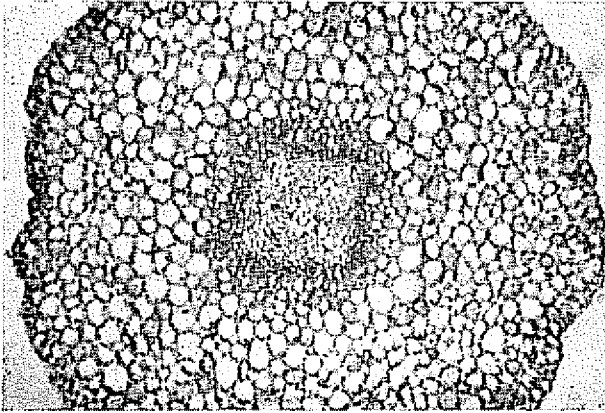


Fig. 6—Alteraciones anatómicas en raíces deficientes en boro

poco y mostraron clorosis, al mismo tiempo que una consistencia coriácea y ondulaciones en sus bordes

Estos síntomas se parecieron a los descritos para otras tantas especies (5, 6, 7, 8, 18, 24, 27, 28). Pero en maracuyá no se produjo proliferación de yemas axilares ni agrietamientos de tallos y peciolo, como se reportó en otras plantas (24, 28), lo que se debía probablemente a la falta de tiempo después de omitir el elemento de la solución nutritiva

Alteraciones anatómicas En raíces jóvenes se observó destrucción de los elementos del floema y necrosis aparente en las células endodérmicas y del periciclo (Fig. 6).

Cortes realizados en los tercios inferior, medio y superior de tallos afectados revelaron deformaciones en muchas células cambiales e interrupción del cambium interfascicular en algunas zonas. Estas alteraciones del cambium probablemente dieron lugar a una reducción del crecimiento en grosor, ya que la cantidad de tejido vascular fue bastante reducida. También se redujo el xilema, cuyos vasos tenían un diámetro menor en comparación con una planta normal (15). Además, se notó una fuerte acumulación de almidón en los parénquimas cortical, xilemático y medular (Fig. 7), lo

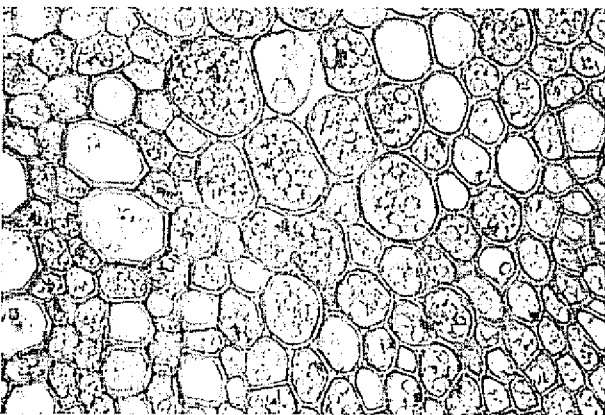


Fig. 7—Alteraciones anatómicas en tallos deficientes en boro

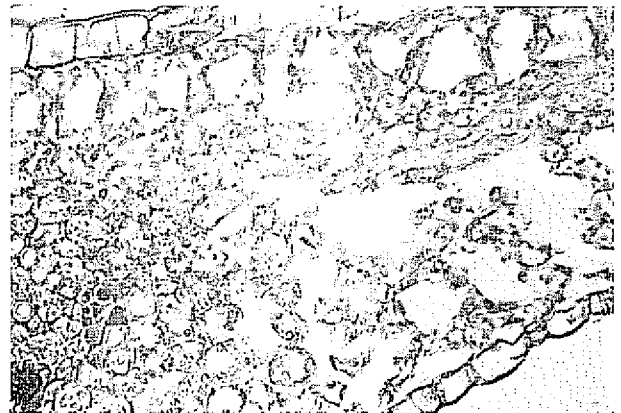


Fig. 8—Alteraciones anatómicas en hojas deficientes en boro

que apoya la hipótesis de Gauch y Dugger (10): al existir deficiencia de boro en los tejidos no se forman los complejos azúcar-borato o la asociación del borato con la membrana celular, que facilitaría el pasaje de azúcares de una célula a otra; al ser afectado el traslado de los glúcidos, estos se depositan entonces en forma de granos de almidón. Estas alteraciones fueron bastante similares a las descritas para tallos de tomate y algodón (21), con la diferencia de que en maracuyá no se observaron en la médula células necróticas.

Las células en empalizada de las hojas afectadas mostraron fuerte deformación, dando la apariencia de estar casi destruidas (Fig. 8). Las células del parénquima esponjoso correspondiente eran más largas, al comparárlas con una planta normal (15). En las epidermis aparecieron algunas células muertas, llenas de material granular. Los cloroplastos estaban agrupados cerca de la pared, especialmente en las células en empalizada. En el floema y parénquima de los haces foliares se observó también acumulación de almidón.

Estas anomalías anatómicas difieren en algunos aspectos con los descritos para melocotón (13), tomate y algodón (21), pues en estas especies no se registraron células muertas en las epidermis, ni acumulación del almidón.

Planta deficiente en zinc

Síntomas visibles. Los primeros síntomas se notaron a los 150 días en las hojas superiores y en algunas del tercio medio de las plantas, en forma de pequeñas manchas necróticas de aspecto blancuzco, rodeadas de un halo amarillento (Fig. 9), mientras que las hojas inferiores permanecieron normales. Al intensificarse la deficiencia, las hojas superiores se tornaron amarillas, mostrando todavía las manchas necróticas; a lo largo de los nervios permanecieron delgadas franjas de parénquima de color verde oscuro. Los bordes eran ligeramente ondulados. En las hojas más tiernas, donde la deficiencia fue más severa, estas ondulaciones aparecieron en toda la lámina, la que además quedó más pequeña que la normal, con sus lóbulos delgados y puntiagudos; habían muchas hojas con deformaciones.



Fig. 9 — Síntomas visibles de deficiencia de zinc

En los brotes terminales hubo acortamiento de los entrenudos, lo que dio lugar a la formación de la típica 'roseta'

Estos síntomas visibles coincidieron plenamente con los descritos para otras especies (2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 22, 23, 27, 28)



Fig. 10 — Alteraciones anatómicas en tallos deficientes en zinc

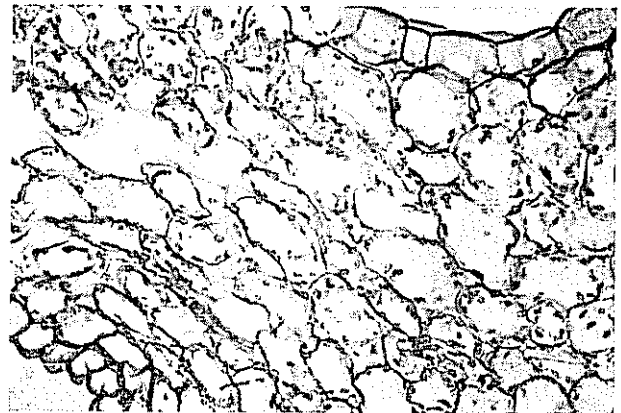


Fig. 11 — Alteraciones anatómicas en hojas deficientes en zinc.

Alteraciones anatómicas. En cortes realizados a lo largo de todo el tallo se observaron algunas deformaciones de las células cambiales e interrupciones del cambium interfascicular en algunas zonas (Fig. 10). Además, los dos tercios inferiores del tallo mostraron cierta acumulación de almidón en el parénquima cortical, y en menor grado en el xilemático y medular, junto con deformaciones y rupturas de los elementos del xilema primario

Estas alteraciones anatómicas en el cambium fueron semejantes a las halladas en tallos de tomate (3), pero difirieron en algunos aspectos con las descritas para otras especies, ya que en maracuyá no se produjo retardo marcado del proceso de crecimiento, quizás debido al corto tiempo de sometido a carencia de zinc; también hubo en maracuyá acumulación de almidón.

Las hojas afectadas mostraron células en empalizada anchas y cortas, algunas completamente destruidas. Las células del tejido esponjoso también exhibieron deformaciones, pero en menor intensidad; además este tejido se presentó más compacto (Fig. 11). Los cloroplastos del mesófilo se agruparon y muchos mostraron la apariencia de fragmentación parcial.

Estas alteraciones fueron muy semejantes a las descritas para otras especies (5, 6, 18, 22, 25, 27, 28). Pero en maracuyá no se llegó a observar un aumento del tamaño de las células en empalizada, sino más bien una reducción con acortamiento, aunque quedaron en algunos casos más anchas que normales (15)

Conclusiones

Las principales conclusiones, a que se llegó en la presente investigación, son las siguientes:

1. Los síntomas visibles coincidieron, en su mayor parte, muy bien con los descritos para muchas otras especies.
2. Las deficiencias de los cuatro microelementos afectaron el crecimiento de las plantas, en especial la de boro.

- 3 Las clorosis características en las hojas jóvenes se debían a que el trastorno producido en el metabolismo por las carencias afectó la estabilidad y síntesis de las clorofilas.
- 4 Todas las deficiencias estudiadas originaron distorsiones de las células y cloroplastos del mesofilo, especialmente en el tejido en empalizada, comprobando su importancia en la organización celular.
- 5 La falta de boro y zinc provocaron, además de clorosis, deformaciones de las hojas a través de su interferencia en el desarrollo normal del mesofilo.
- 6 Las pronunciadas deformaciones de las células cambiales y tejidos meristemáticos en general, originadas por la carencia de boro y en menor grado de zinc, se debían a que estos elementos intervienen en la mitosis y formación de nuevas paredes y elongación de las células, respectivamente.

Literatura citada

- 1 BAR-ARAVI, A. Pentose accumulation and peroxidase activity in manganese deficient and normal citrus leaves. *Phyton* 22(2): 131-136. 1965.
- 2 ————— y LAVON, R. Visible symptoms and some metabolic patterns in micronutrient deficient Eureka lemon leaves. *Israel Journal of Agricultural Research* 17(1):7-16. 1967.
- 3 CARLTON, W. M. Some effects of zinc deficiency on the anatomy of the tomato. *Botanical Gazette* 116(1): 52-64. 1954.
- 4 CHANDLER, W. H. Zinc as a nutrient for plants. *Botanical Gazette* 98(4): 625-646. 1937.
- 5 CHAPMAN, H. D. ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, University of California, 1966. 793 p.
- 6 CHILDERS, N. F. ed. *Nutrition of fruit crops. Tree and small fruit*. Rutgers, New Jersey State University, 1968. 898 p.
- 7 CIBES, H. y SAMUELS, G. Mineral-deficiency symptoms displayed by coffee trees grown under controlled conditions. Puerto Rico Agricultural Experiment Station, Technical Paper No. 14. 1955. 21 p.
- 8 ————— y SAMUELS, G. Mineral-deficiency symptoms displayed by tobacco grown in the greenhouse under controlled conditions. Puerto Rico Agricultural Experiment Station, Technical Paper No. 23. 1957. 22 p.
- 9 ELTINGE, E. T. Effect of manganese deficiency upon histology of *Lycopersicon esculentum*. *Plant Physiology* 16(1):189-195. 1941.
- 10 GAUCH, H. G. y DUGGER Jr, W. M. The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiology* 28(3):457-466. 1953.
- 11 HAAS, A. R. C. Injurious effects of manganese and iron deficiencies on the growth of citrus. *Hilgardia* 7(4): 181-206. 1932.
- 12 HOAGLAND, D. R., CHANDLER, W. H. y HIBBARD, P. D. Little-leaf or rosette of fruit trees. V. Effect of zinc on growth of plants of various types in controlled soil and water culture experiments. *Proceedings American Society Horticultural Science* 33: 131-141. 1935.
- 13 KAMALI, A. R. y CHILDERS, N. F. Effect of boron nutrition on peach anatomy. *Proceedings American Society Horticultural Science* 90:33-38. 1967.
- 14 KOUŠKOLEKA, H. V. y KALLINIS, T. L. Iron deficiency in cotton in relation to growth and nutrient balance. *Soil Science Society of America, Proceedings* 32(2):253-257. 1968.
- 15 MORALES A., A. y MÜLLER, L. E. Algunos aspectos morfológicos de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Turrialba* 22(3):268-271. 1972.
- 16 ————— y MÜLLER, L. E. Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio. *Turrialba* 26(4):331-336. 1976.
- 17 MORTON, J. F. Yellow passion fruit ideal for Florida home gardens. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 80:320-330. 1967.
- 18 MÜLLER, L. E. Algunas deficiencias minerales comunes en el café (*Coffea arabica* L.). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico No. 4. 1959. 40 p.
- 19 MUÑOZ, S. M., KOCHER, G. F. y VILLALOBOS, P. A. Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papayo (*C. *Carica candamarcensis* Kook*). *Agricultura Técnica (Chile)* 26(3):106-113. 1966.
- 20 ONYSCENKO, I. J. y KORECKA, O. M. The effect of microelements on the anatomical structure of apple shoots. *Ukrain Botany Z* 24(6): 76-78. 1967. (Original no consultado, compendiado en *Horticultural Abstracts* 39(1):34. 1968).
- 21 PALSER, B. F. y McILRAITH, W. J. Responses of tomato, turnip and cotton to variations in boron nutrition. II. Anatomical responses. *Botanical Gazette* 118(1): 55-71. 1956.
- 22 REED, H. S. The relation of copper and zinc salts to leaf structure. *American Journal of Botany* 26(1): 29-33. 1939.
- 23 —————. Effects of zinc deficiency on cells of vegetative buds. *American Journal of Botany* 28(1): 10-17. 1941.
- 24 —————. A physiological study of boron deficiency in plants. *Hilgardia* 17(11):377-411. 1947.
- 25 ————— y DUFRENOY, J. The effects of zinc and iron salts on the cell structure of mottled orange leaves. *Hilgardia* 9(1):113-137. 1935.
- 26 VESK, M., FOSSINGHAM, J. V. y MERCER, F. V. The effect of mineral nutrient deficiencies on the structure of the leaf cells of tomato, spinach and maize. *Australian Journal of Botany* 14(1):1-19. 1966.
- 27 WALLACE, T. *The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms; a color atlas and guide*. 2nd ed. New York, Chemical Publishing, 1961. 116 p.
- 28 WEST, S. H. y HARRIS, H. C. Physiological and biochemical functions of microelements. *Soil and Crop Science Society of Florida, Proceedings* 25:83-95. 1965.

Chlorophyll and carotenoid contents of *Pinus caribaea* seedlings and inferences for adaptability^{1/*}

C. R. VENATOR**, C. D. HOWES***, LEHEL TELEK****

COMPENDIO

*Un análisis estadístico demostró que no hubo correlación lineal entre el contenido de los pigmentos fotosintéticos de *Pinus caribaea*, la altitud, y la cantidad de lluvia. Las procedencias insulares tenían mayores concentraciones de pigmentos que las procedencias continentales, sin embargo el crecimiento de las procedencias insulares fue peor que el de las procedencias continentales. La razón molar entre los pigmentos fotosintéticos fue correlacionado en forma negativa con el crecimiento y debido a esta relación se espera poder usar este parámetro para estimar el potencial adaptativo cuando se estudien procedencias.*

Introduction

VARIATION in pigment content within a species is probably related to the climatic origin of the material. For example, plants with the C₄ dicarboxylic acid pathway belong to taxa that originated in areas having intense solar radiation, hot daytime temperatures, and seasonal dry periods (7). They utilize higher light intensities than plants with the Calvin bio-synthetic pathway. This difference apparently results from natural selection for adaptation to particular environments.

Chlorophyll and carotenoid concentrations have also been shown to vary with altitude. In Scots pine (*Pinus silvestris*), pigment content has been reported to increase as seed origin altitude decreased (1, 9) and conversely to increase as altitude increased (5).

Investigations of carotenoids during the past two decades have revealed that this pigment group is closely associated with chlorophyll in the chloroplast. Quantitative variation in leaf carotenoids occur when plants are moved from one habitat to another (12), and the chlorophyll carotenoid molar ratio could possibly be indicative of a provenance's adaptability. Since carotenoids protect chlorophyll against photo-oxidation (8),

plants with a large proportion of carotenoids should be able to withstand the intense solar radiation at high altitudes and to grow in a wider range of altitudes than those with less carotenoids. Wolken (13) has estimated that the chlorophyll/carotenoid molar ratio ranges from 4:1 to 6:1. Thus, within certain limits the chlorophyll/carotenoid molar ratio should be at its optimum in favorable environmental conditions and deviations from this weight ratio may be a physiological reflection of the capacity of plants to adapt to environmental stresses.

The purpose of the present study was to determine if pigment contents differ among 16 provenances of *Pinus caribaea* Morelet and, if possible, to relate any such differences to conditions at the provenance origin. The relationship of pigment content to growth rate and adaptability of the provenance was also examined.

Material and Methods

Nursery Phase Sixteen seed sources of the Commonwealth Forestry Institute's *Pinus caribaea* international provenance trial (Table 1) were sown in vermiculite germination beds. Within 6 days after emergence, the seedlings were transplanted into clear, polyethylene bags (10 × 23 cm) containing a sandy loam soil (pH 5.4). No shade or fertilizer was used in the nursery beds. The Institute of Tropical Forestry nursery is 28 m above sea level at latitude 18°24' N and longitude 66°05' W. Mean annual temperature is 26°C, and mean annual rainfall is 1,800 mm.

Seedling height growth was determined at the time of the first pigment extraction.

* Received for publication on October 22th, 1976.

^{1/} In cooperation with the University of Puerto Rico.

** Institute of Tropical Forestry, P. O. Box AQ, Río Piedras, P. R. 00928.

*** Technical Services Department, Loma Lina Foods, Mount Vernon, Ohio 43050.

**** Agriculture Research Service, Federal Experimental Station, Mayaguez, P. R. 00709.

Table 1.—Comparative data on altitude, rainfall, and geographic origin of *Pinus caribaea* provenances. Data has been abstracted from information supplied by Oxford University except when otherwise noted. Dashed lines indicate that information is not available.

Oxon Number and Variety	Country	Latitude	Longitude	Altitude	Annual rainfall
				<i>Meters asl</i>	<i>Mm</i>
var <i>bahamensis</i> 69(7296)	Bahama Islands ^{1/}	24°30 N	78°20 W	10	1650
var <i>caribaea</i> 19/71	Cuba ^{2/}	22°00 N	83°20 W	300	1750
24/71	Cuba ^{2/}	22°80 N	83°75 W	50	1750
var <i>hondurensis</i> 21/70	Nicaragua	12°58 N	83°31 W	10	3500
22/70	Nicaragua	13°31 N	84°17 W	25	2900
24/70	Nicaragua	14°25 N	83°55 W	75	2800
26/70	Guatemala	16°20 N	89°25 W	500	1700
27/70	Honduras	15°45 N	84°10 W	10	2800
28/70	Honduras ^{3/}	16°27 N	85°54 W	75	2300
34/71	Honduras	11°31 N	86°11 W	600	1000
37/71	Honduras	15°06 N	85°37 W	500	1500
40/71	Honduras	15°20 N	88°25 W	650	1200
44/71	Belize	17°00 N	88°55 W	100	1600
45/71	Nicaragua	13°48 N	86°12 W	700	1500
46/71	Belize ^{4/}	—	—	—	1500
47/71	Belize	17°00 N	88°20 W	10	2000

1/ Andros Island.

2/ No data from Cuba accompanied the seed lots 24/71 and 19/71.

Information in the Table has been abstracted from FAO Study Tour (1) and Barrett and Goffari (2).

3/ Guanaja Island.

4/ This seed source was provided by Queensland, Australia, from a clonal improved stand of Belize origin.

Chlorophyll Determination. Seven months after germination equal numbers of secondary needles were taken from the midsection of 20 randomly selected seedlings of each provenance. To get an estimate of the provenance (or population) pigment concentration, the needles were pooled, weighed, and immediately homogenized in acetone (100 per cent) with 0.01 g of magnesium carbonate. The acetone extract was brought to volume (250 ml) and thoroughly mixed. Ten ml of this extract was centrifuged at 1470 xG for 7 minutes. This fraction was measured for absorption at 645 and 663 nm (11). A second extraction and determination of pigment content was done 8 months after germination, and the results were pooled with the earlier measurements.

Carotenoid Determination. The chlorophyll-acetone extract was saponified for 25 minutes with a potassium hydroxide-methanol solution, prepared by dissolving

25 g of KOH in 100 ml of methanol. The carotenoids were extracted with petroleum ether followed by a water rinse. This process was repeated until all of the carotenoids were extracted. The carotenoid extract was brought to volume and read at 450 nm. The concentration of carotenoids per gram of needle tissue was calculated with an extinction coefficient $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ value of 2500 at 450 nm (3).

Molar Chlorophyll/Carotenoid Ratio. The molar chlorophyll/carotenoid ratio was determined by the following equation (assuming an average molecular weight of 1000 for chlorophyll a + b and 572 for the carotenoids)

$$\text{Molar Ratio} = \frac{\text{Chlorophyll concentration (a+b)}/1000}{\text{Carotenoid concentration}/572}$$

Field Phase. On August 1, 1973, 9 month-old seedlings were planted at Las Marias, Puerto Rico. Altitude at this site varies from 180 to 200 m asl, mean annual rainfall is 2,500 mm, and mean annual temperature is 25°C. The soil is a deep, red, acid, mountain clay of the Humatas series. The area was cleared by machete, and the seedlings were planted on a slope with a south east aspect.

On November 1, secondary needles were removed from the mid-section of 20 randomly selected seedlings of each provenance. The needles of each provenance were pooled, enclosed in aluminum foil, and brought to the laboratory where the chlorophyll and carotenoids were immediately extracted following the procedures outlined above and the chlorophyll/carotenoid molar ratios were determined. Additional collections and extractions were made on November 28 and December 27, 1973.

Results

Chlorophyll Content of Nursery Seedlings. Seedling chlorophyll content of the individual provenances ranged from 390.4 to 1570 $\mu\text{g/g}$. The mean for all 16 provenances was 751.3 $\mu\text{g/g}$ (± 63.51). Chlorophyll contents of the individual varieties averaged 1570 $\mu\text{g/g}$ for *P. caribaea* var. *babamensis*, 880.9 $\mu\text{g/g}$

for *P. caribaea* var. *caribaea*, and 688.4 $\mu\text{g/g}$ for *P. caribaea* var. *bondurensis* (Table 2). Thus, the chlorophyll content of the insular provenances was greater than of the continental provenances.

The provenances were divided into a low-altitude group ranging from 10 to 300 m above sea level and a high-altitude group ranging from 400 to 700 m. Mean chlorophyll content of the low-altitude group was 779.6 $\mu\text{g/g}$ (± 112.46). However, if the insular provenances, *P. caribaea* var. *babamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea* are excluded, the mean chlorophyll content of the low-altitude provenances of *P. caribaea* var. *bondurensis* was 614.1 $\mu\text{g/g}$. Mean chlorophyll content of the high-altitude group (*P. caribaea* var. *bondurensis* provenances only) was 715.0 $\mu\text{g/g}$ (Table 2).

Chlorophyll Content of Field Seedlings. After outplanting, chlorophyll content of the individual provenances ranged from 764.3 to 2,133.4 $\mu\text{g/g}$, and the mean for all provenances was 1327.6 $\mu\text{g/g}$ (± 98.26). Chlorophyll contents of the individual varieties were *P. caribaea* var. *babamensis*, 1567 $\mu\text{g/g}$; *P. caribaea* var. *caribaea*, 1954.4 $\mu\text{g/g}$; and *P. caribaea* var. *bondurensis*, 1212.7 $\mu\text{g/g}$ (Table 2).

Chlorophyll content of *P. caribaea* var. *babamensis* did not increase after outplanting. Chlorophyll content of the *P. caribaea* var. *caribaea* provenances increased

Table 2—Mean chlorophyll and carotenoid concentrations (\pm standard errors) and chlorophyll/carotenoid molar ratios for nursery and field seedlings randomly selected from each of 16 *Pinus caribaea* provenances plus the percent of increase in pigment content after outplanting.

	var. <i>babamensis</i> (10 meters asl)	var. <i>caribaea</i> (50 and 300)	var. <i>bondurensis</i>		
			High altitude (400 to 700 meters asl)	Low altitude (10 to 75) meters asl)	High and low
Nursery phase ^{1/}					
chlorophyll, $\mu\text{g/g}$	1570.0	880.9 \pm 76.95	715.0 \pm 54.50	614.1 \pm 54.50	688.1 \pm 52.33
carotenoid, $\mu\text{g/g}$	156.9	119.3 \pm 1.85	99.0 \pm 6.62	101.4 \pm 7.96	100.1 \pm 4.91
chl: carot molar ratio	5.72	4.22	4.13	3.47	3.85
Field phase ^{2/}					
chlorophyll, $\mu\text{g/g}$	1567.0	1954.5 \pm 179.00	1147.5 \pm 119.75	1288.8 \pm 138.01	1212.7 \pm 89.09
carotenoid, $\mu\text{g/g}$	157.2	171.3 \pm 0.80	139.1 \pm 11.61	155.0 \pm 8.52	146.5 \pm 7.45
chl: carot molar ratio	5.71	6.53	4.72	4.75	4.74
Percent increase from nursery to field					
chlorophyll	-0.19	121.9	60.5	109.8	77.7
carotenoids	0.12	43.6	40.5	52.9	46.5

1/ Pigment content of nursery seedlings was determined on needles from 20 random seedlings of each provenance at 7 months and at 8 months; values from the two measurements were pooled.

2/ Pigment content of 20 field seedlings of each provenance was determined 3, 4, and 5 months after outplanting and pooled.

121.9 per cent. Chlorophyll content of the low-altitude *P. caribaea* var. *bahamensis* provenances increased 109.8 per cent, but the increase was only 60.5 per cent in the high-altitude *P. caribaea* var. *bahamensis* provenances.

Carotenoid Content in Nursery Seedlings After planting in the field, carotenoid content of the 16 provenances ranged from 106.8 to 189.7 $\mu\text{g/g}$, and the mean was 150.2 $\mu\text{g/g}$ (± 6.8). Carotenoid content of the individual varieties was *P. caribaea* var. *bahamensis*, 157.2 $\mu\text{g/g}$; *P. caribaea* var. *caribaea*, 171.3 $\mu\text{g/g}$; and *P. caribaea* var. *bahamensis*, 146.5 $\mu\text{g/g}$ (Table 2),

The increase in carotenoid content of *P. caribaea* var. *bahamensis* was insignificant; however, the total carotenoid content of *P. caribaea* var. *caribaea* increased 43.6 per cent. Carotenoid content of the *P. caribaea* var. *bahamensis* low-altitude provenances increased 52.9 per cent, the increase in carotenoid content of the high-altitude provenances was 40.5 per cent.

Chlorophyll/Carotenoid Molar Ratios In both field and nursery measurements, *P. caribaea* var. *bahamensis* had the lowest chlorophyll/carotenoid molar ratio (Table 2). *Pinus caribaea* var. *bahamensis* had the highest ratio in the nursery, and *P. caribaea* var. *caribaea*, because of its rapid increase in chlorophyll after outplanting, had the highest ratio in the field.

Table 3—Mean height (\pm standard error) for the four geographical populations of *P. caribaea*. The nursery seedlings were about 7 months old. Heights for field seedlings are means of eight 1-acre plots measured about 5 months after outplanting.

Geographical population	Altitude	Height	
		After 7 months in nursery	After 5 months in field
	Meters asl	cm	
var. <i>bahamensis</i>			
Andros Island Las Bahamas	10	7.6 \pm 0.34	11.2 \pm 0.31
var. <i>caribaea</i>			
Pinar del Río Cuba	50-300	9.4 \pm 0.42	12.9 \pm 0.54
var. <i>bahamensis</i>			
Central America	10-75	15.6 \pm 0.44	22.7 \pm 0.71
var. <i>bahamensis</i>			
Central America	400-700	16.8 \pm 0.53	24.1 \pm 0.87

Height Growth Mean height growth of the nursery seedlings after 7 months are given in Table 3. *Pinus caribaea* var. *bahamensis* seedlings were taller ($p < 0.05$) than the insular seedlings. This growth difference was maintained after outplanting.

Discussion

Although the low-altitude *P. caribaea* var. *bahamensis* and the *P. caribaea* var. *caribaea* provenances had the greatest increase in chlorophyll content after outplanting, however, statistical analysis indicated that the chlorophyll concentrations was not strongly correlated with the provenance altitude ($r = 0.21$) or provenance rainfall ($r = 0.19$). The lack of a strong clinal trend between pigment content and either provenance altitude or rainfall is possibly explained by the sharp geographical isolation of the provenances; both within Central America and between Central America and the Caribbean Islands (maps 2 and 3 in Lückhoff (10)). Moreover, these differences suggest that little gene flow, in respect to pigment concentration, occurs among the Central American provenances or between the Central American and insular provenances.

Chlorophyll content of *P. caribaea* var. *bahamensis* seedlings in the nursery phase was substantially higher than that of seedlings of the other two varieties, but these seedlings were significantly smaller ($p < 0.05$) than the *P. caribaea* var. *bahamensis* provenances, both in the nursery and in the field. Thus, high chlorophyll content *per se* is not positively correlated with superior growth. Furthermore, the failure of this variety to increase its chlorophyll content shortly after outplanting emphasizes a lack of growth oriented physiological activity utilizing the pigment system.

Natural forests of *P. caribaea* var. *bahamensis* occur on shallow soils overlying the low, calcareous Bahama Islands. To adapt to these soils, the founder population presumably passed through a bottleneck selection process. Because of this selection process, its successors appear to be genetically less adaptable to stresses of different habitats and in particular to soils which are acidic. Thus, the relatively poor performance of *P. caribaea* var. *bahamensis* in Puerto Rico when compared to *P. caribaea* var. *bahamensis* may be partially explained by the narrow adaptation of this provenance to the environment of Andros Islands.

Pinus caribaea var. *caribaea* seedlings appear to be better adapted, physiologically, to Puerto Rico than *P. caribaea* var. *bahamensis* seedlings since chlorophyll and carotenoid content in *P. caribaea* var. *caribaea* increased substantially after field establishment. Height growth of *P. caribaea* var. *caribaea* seedlings in the field was less than that of the *P. caribaea* var. *bahamensis* provenances ($p < 0.05$). Nevertheless, the increase in pigment content indicates that *P. caribaea* var. *caribaea* seedlings were physiologically active after outplanting, and it appears that this activity was directed towards

rapid root growth. Shoot/root dry weight measurements of these provenances indicated that after 60 weeks' growth, *P. caribaea* var. *caribaea* seedlings had larger root systems than the other varieties (unpublished data). Barrett and Golfari (2) have also reported that *P. caribaea* var. *caribaea* shows greater root development during the first year than either *P. caribaea* var. *bahamensis* or *P. caribaea* var. *bondurensis*.

In provenance and species trials throughout the lowland subtropics, *P. caribaea* var. *bondurensis* has proven more adaptable outside its natural range than either of the other two varieties. In this study, too, *P. caribaea* var. *bondurensis* adapted best to the Puerto Rican environment, as evidenced by its superior growth (Table 3). This variety had the lowest chlorophyll content and the lowest chlorophyll/carotenoid molar ratio.

The mean pigment content of *P. caribaea* var. *bondurensis* nursery seedlings was about equal for the high- and low-altitude provenance groups. However, the greater increase in pigment contents of the low-altitude group after outplanting suggests that the nursery environment was not favorable for optimum pigment development of the low-altitude provenances. Chlorosis was apparent in most of the Central American provenances except the isolated high-altitude provenances 37/71 and 34/71 of Honduras and 21/70 of the Nicaraguan coastal plain. Since preliminary growth data do not indicate that chlorotic seedlings grew less than the provenances with dark green foliage, the differences in color intensity between the chlorotic and non-chlorotic provenances may be genetic.

Because of the importance of the pigment system to growth, it could perhaps serve as a parameter to indicate a plant's ability to grow under stress, or in other words, its ability to adapt to different habitats. Chlorophyll concentration *per se* is apparently a poor biological indicator of plant adaptability since it is not correlated with growth. A better indicator is perhaps the chlorophyll/carotenoid molar ratio. For statistical comparison, the provenances in this study were grouped into four geographical populations as follows: 1) *P. caribaea* var. *bahamensis* from the Bahamas, 2) *P. caribaea* var. *caribaea* from Cuba, 3) *P. caribaea* var. *bondurensis* (10 to 75 asl) and 4) *P. caribaea* var. *bondurensis* (400 to 700 asl). Statistical correlation between the chlorophyll/carotenoid molar ratios (Table 2) and mean height growth (Table 3) of the nursery seedlings indicated a high negative correlation ($r = -0.77$).

Unfortunately, growth data are not available for the field seedlings since the plantation was destroyed shortly after the final pigment measurement was done. However, the correlation between height growth of seedlings from eight, one-acre plantations of these provenances established throughout Puerto Rico from 1972 to 1974 (Table 3) and the chlorophyll/carotenoid molar ratio of the study seedlings is $r = 0.87$.

A high chlorophyll/carotenoid molar ratio would suggest a high lightgathering ability but limited protection for the chlorophyll against photo-oxidation at high

light intensities. A low molar ratio suggests greater protection against photo-oxidation. *Pinus caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea* varieties have higher chlorophyll/carotenoid molar ratios than *P. caribaea* var. *bondurensis* (Table 2). Thus, *P. caribaea* var. *bondurensis* can withstand high light intensities and grow over a wide altitude range (10 to 1000 m asl). *Pinus caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea* are restricted to lower altitudes. After field establishment, the provenances of *P. caribaea* var. *bondurensis* maintain a lower chlorophyll/carotenoid molar ratio than the species as a whole. Therefore, the photo-synthetic complex of these provenances appears to be under less stress in Puerto Rico.

Literature Cited

- BALDWIN, H. O. Winter foliage color in scotch pine from different geographical sources. *Fox Forest Notes*, N° 61, 1955. 2 p.
- BARRETT, W. and GOLFARI, I. Descripción de dos nuevas variedades del Pino del Caribe. (*Pinus caribaea* Morelet) *Caribbean Forester* 23:59-71. 1962.
- DAVIES, B. H. Carotenoids. In *Chemistry and biochemistry of plant pigments*, T. W. Goodwin, editor. New York: Academic Press, 1965. Chap. 18.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Study tour of Latin-American conifers. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, N° 1. 1962. 161 p.
- GARRETT, P. W. Height growth and foliage color in Scotch pine provenance study in Northern Michigan. USDA Forest Service, Research Note NE-96, 1969. 7 p.
- GOODWIN, T. W. *Comparative biochemistry of carotenoids*. London: Chapman and Hall, 1952. 459 p.
- HESKETH, J. D. and MOSS, D. N. Variation in the response of photosynthesis to light. *Crop Science* 5: 107-110. 1963.
- KRINSKY, N. I. Protective function of carotenoid pigment. In A. C. Giese, ed. *Photophysiology*, Volume III, London, Academic Press, 1968. pp. 123-195.
- LINDER, SUNE. Seasonal variation of pigments in needles: a study of Scots pine and Norway spruce seedlings grown under different nursery conditions. *Studia Forestalia Suecica*, Nr. 100. 1972. 37 p.
- LUCKHOFF, H. A. The natural distribution, growth, and botanical variation of *Pinus caribaea* and its cultivation in South Africa. *Annale University Stellenbosch* Number 39, Series A, 1961. 160 p.
- SMITH, J. H. C. and BENITEZ, A. Chlorophylls: analysis in plant materials. In K. Peach and M. V. Tracey, ed. *Modern methods of plants analysis*, Volume IV. Berlin: Springer-Verlag, 1955. pp. 142-192.
- STRAIN, H. H. Chloroplast pigments and chromatographic analysis. 32nd Annual Priestley Lectures, University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1958. 180 p.
- WOLKEN, J. J. Photodynamics: The chloroplast in photosynthesis. In Lawrence P. Miller, ed. *Phytochemistry*, Volume I, New York: Van Nostrand Reinhold, 1973. pp. 15-37.

Notas y Comentarios

La próxima revolución agrícola en la India

Justamente cuando una década de notable crecimiento agrícola está alcanzando su fin en la India, sus científicos han creado nuevas maneras de impulsar la producción que no sólo son más baratas que las estrategias de los novecientos sesenta sino que también son más igualitarias. La esencia del nuevo enfoque es elevar la producción aumentando no el rendimiento de cada cultivo sino el número de cosechas a dos o más por año (*The Economist* May 28th, 1977 p. 68).

Sólo 25 millones de los 142 millones de hectáreas cultivadas de la India producen más de una cosecha en la actualidad. Se estima que el doble cultivo podría ser extendido en muy corto tiempo a 20 millones de los 36 millones de hectáreas cultivadas con arroz y a unos 22 millones de hectáreas de tierra bajo riego. La difusión de la irrigación podría eventualmente ampliar este total a 109 millones de hectáreas. Pero aun un programa a corto plazo limitado a unos 40,5 millones de hectáreas extras de doble cultivo debería rendir por lo menos 30 a 35 millones de toneladas adicionales de granos alimenticios por año en 1985, lo suficiente para elevar la disponibilidad de granos en la India, de 150 kilogramos por cabeza en 1975 a alrededor de 180 kg una década más tarde.

Con luz solar durante todo el año, no debería haber una barrera climática para tres y hasta cuatro cosechas por año. Pero hay un obstáculo clave de un tipo diferente, al que los científicos han estado empeñados en dominar. Este es el largo y la época de las campañas agrícolas tradicionales.

Por ejemplo, en el noroeste no ha sido posible sembrar trigo después del arroz, porque éste demora cinco y medio meses en madurar y la cosecha rara vez se completa a mediados de diciembre, lo que es tarde para el sembrío del trigo. Los científicos del Instituto de Investigación Agrícola de la India han encontrado que si los campesinos juntan sus almá-cigos y comparten unos pocos pozos para regarlos, se puede sembrar bastante antes del monzón y trasplantar con las primeras lluvias de julio. El plantío más temprano incrementa el sol y calor disponibles para el cultivo, eleva el rendimiento y acorta el período total de crecimiento. Con el arroz listo para ser cosechado en noviembre, el camino está libre para sembrar trigo u otro cultivo de invierno.

La cosecha del arroz puede ser también adelantada usando algunas de las nuevas variedades enanas de alto rendimiento, que demoran sólo cuatro meses en madurar. Las variedades enanas rinden 500 kg de grano por tonelada de materia seca comparando con 300 kg para las variedades tradicionales de tallo largo.

En los últimos tres años, los científicos hindúes han estado probando miles de variedades híbridas de arroz de altos rendimientos para seleccionar linajes apropiados para cada región arrocerera. Esta vez están buscando no los rendimientos más altos con dosis óptimas de insumos, como hicieron hasta los comienzos de los novecientos setenta, sino variedades que se comporten moderadamente bien, aun en condiciones de lluvia, con poco o nada de fertilizante.

El cultivo doble tiene un inconveniente: empobrece el suelo. Un tercer elemento en la nueva estrategia es el uso de fertilizantes orgánicos, o mezclas de orgánicos con minerales para vigorizar el suelo. Hace veinte años, los científicos de la India desarrollaron un método simple para usar el caldo sobrante de una fábrica de biogas (que fermenta estiércol de vaca para obtener por un lado metano para combustible y por otro, un caldo rico en nitrógeno para fertilizante) como iniciador en los pozos de "compost"; mezclando el abono resultante con pequeñas cantidades de urea y superfosfatos se tenía un fertilizante eficiente. Pero en los novecientos sesenta, la magia de los fertilizantes químicos causó que todo el mundo se olvidase de estos métodos simples y baratos de enriquecimiento del suelo. Pero fueron recordados otra vez cuando las alzas de precio en 1974 pusieron a los fertilizantes

químicos fuera del alcance de la mayoría de los agricultores de la India.

Los efectos sociales de esta combinación de cultivo doble con nuevas semillas rústicas y fertilizantes orgánicos baratos son casi más importantes que sus ganancias físicas brutas. El cultivo doble duplicará virtualmente la demanda por mano de obra y elevará los ingresos de las familias más pobres en cada aldea. Lo que es igualmente importante es que, ya que no requiere una inversión inicial, será accesible a la más pequeña agricultura. La viabilidad aumentada de las pequeñas propiedades frenará la migración a las ciudades. Esta sola característica podría justificar un esfuerzo importante gubernamental para hacer verdadera esta nueva revolución agrícola.

Creación artificial de una raza de hongos

Las royas de los cereales siguen siendo una de las enfermedades más temidas por los agricultores debido a que en condiciones naturales se forman nuevas razas del hongo que las provoca. Ahora, Mary MacDonald, del Plant Breeding Institute en Maris Lane, Cambridge, Inglaterra, ha hecho un interesante trabajo en el que ha duplicado las condiciones en que se originan las nuevas razas. Además, ha producido por lo menos una nueva raza fungosa.

En un artículo publicado en *Transactions of the British Mycological Society* (vol. 67, p. 395), la autora explica cómo tomó esporas de dos razas de roya amarilla del trigo (*Puccinia striiformis*), las que se diferenciaban por su capacidad de atacar diferentes variedades de trigo; inoculó entonces mezclas de ambas razas a trigos susceptibles a ambas y, al aparecer los esporangios, se recogieron y cultivaron 50 esporas separadas. Cuando las esporas germinadas crecieron lo suficiente, la autora recogió las esporas resultantes y las usó para infectar todas las variedades de trigo usadas para diferenciar las razas fungosas.

Los resultados mostraron que de las 50 esporas recogidas de la infección mezclada, 39 eran idénticas a los progenitores (12 a uno y 27 al otro). De los 11 restantes, ocho eran mezclas de razas, pero otras tres mostraron la virulencia combinada de ambos progenitores y constituían una raza nueva previamente no registrada. MacDonald efectuó todo el trabajo en invernaderos a prueba de esporas, y tuvo especial cuidado de que no se escapase ninguna de las esporas de las nuevas razas.

Este experimento simple pero excitante muestra la facilidad con que pueden originarse nuevas razas de hongos, e ilumina el problema del genetista, cuyos años empleados en desarrollar variedades resistentes a las enfermedades pueden ser borrados en una quincena por la mezcla de hongos.

El mecanismo por el cual el hongo recombina estos caracteres sigue siendo algo misterioso. El *Puccinia striiformis* no tiene una fase sexual y la frecuencia de las alteraciones parece ser demasiada alta para ser debida a mutación. La explicación más razonable sugiere un reordenamiento de núcleos que llevan los diferentes caracteres después de la fusión de células hifales dicarióticas cuando las diferentes razas infectan juntas una planta.

Sexta Reunión Latinoamericana de Ganadería

La Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) realizará su sexta reunión en La Habana, Cuba, del 4 al 9 de diciembre de 1977. Los temas principales son: a) Producción de leche en condiciones tropicales con énfasis en el pastoreo; b) Producción de carne en pastoreo en condiciones tropicales; c) Producción avícola con subproductos agro-industriales en el trópico; y d) Producción porcina con subproductos agro-industriales y otras fuentes no tradicionales.

La organización corre a cargo del comité organizador de ALPA y de la Asociación Cubana de Producción Animal. Las sesiones se llevarán a cabo en el Hotel Habana Libre, de la capital cubana.

Toda comunicación se hace por intermedio del Presidente de ALPA, Dr. Héctor Muñoz, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

El espectro de las tribus de gramíneas de los Llanos venezolanos*

PATRICIO MONTALDO**

ABSTRACT

The Venezuelan Llanos extend over 28 millions hectares and about 50 per cent of them are covered with graminoid vegetation. The tribal spectrum of the Gramineae was studied according to Hartley.

There are 49 generic taxons and 170 species in these Llanos. The Paniceae and Andropogoneae are main tribes present.

The gramineae tribe spectrum of the Venezuelan Llanos is typical of a tropical climate with a mean annual temperature 27-28° C and annual rainfall 1000-1500 falling during a 7 months period.

Introducción

EN relación con la distribución de las gramíneas, Hartley (6) agrupa las tribus de la familia Gramineae en siete conjuntos: *Agrostae*, *Andropogoneae*, *Aveneae*, *Eragrostae*, *Festuceae*, *Paniceae* y otras que incluyen las 22 tribus restantes.

El autor citado ideó un diagrama que denominó "espectro normal" en el que demuestra la frecuencia de las especies agrupadas en 7 tribus y sostiene la existencia de una relación entre el clima y el porcentaje de frecuencia en que están representados estos grupos en la flora nativa de una región.

El "espectro normal" fue calculado por Hartley en base a datos de 180 regiones distribuidas entre los paralelos 60° N y 60° S (6).

En Venezuela, se presenta un caso interesante para probar esta hipótesis en la región de los Llanos. Estos abarcan alrededor de 28 millones de hectáreas con más de un 50 por ciento cubiertas por vegetación graminoides entendiéndose por esto último a comunidades de pastizales macollantes en los que domina esta forma de crecimiento (14).

En este trabajo se pretende demostrar la existencia de un espectro tribal de gramíneas en los Llanos venezolanos, sus características y su probable diferencia con el espectro mundial.

La importancia de esta investigación radica en proporcionar antecedentes ecológicos sobre las gramíneas que forman parte de la vegetación herbácea graminoides de los Llanos venezolanos como un antecedente para la solución del problema de la baja productividad agropecuaria de este bioma, en relación a la introducción y adaptación de especies forrajeras para su cubierta herbácea.

Las gramíneas de los Llanos venezolanos están referidas en muchos trabajos, entre otros, en los de Aristiguieta (1), Blydenstein (2), Larez y Vera (8), Lasser (9), Lucas (10), Pittier (11), Ramia (12) y Tamayo (13).

En la revisión hecha por Crowder (4) sobre investigaciones en pasturas en América tropical no aparecen antecedentes en este tipo de trabajo. Sin embargo, en un trabajo para América del Sur, Burkart (3), presenta una lista de géneros de gramíneas en las formaciones de sabanas megatérmicas de Colombia y Venezuela que incluye el Llano venezolano objeto del presente estudio.

Materiales y métodos

La región llanera venezolana está ubicada en el hemisferio norte, entre los paralelos 7 y 10. La altura oscila entre los 40 y 300 metros sobre el nivel del mar (15).

El clima es tropical, con temporadas húmeda y seca. El Llano está situado entre las isoterma anuales 27 y 28° C y la precipitación media anual va desde los

* Recibido para publicación el 25 de noviembre de 1976.

** Universidad Centro Occidental, Escuela de Agronomía, Apartado 400, Barquisimeto, Venezuela.

1 000 a 1 500 mm según sean las regiones. La temporada húmeda abarca 7 meses al año: abril a octubre (15)

La vegetación que domina es la herbácea graminoides. La revisión de los géneros y las especies de gramíneas presentes se hizo con base en la consulta bibliográfica y a los herbarios. Se revisaron los trabajos de Aristiguieta (1), Blydenstein (2), Larez y Vera (8), Lasser (9), Lucas (10), Pittier (11), Ramia (12) y Tamayo (13). Además, los herbarios de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay y del Ministerio de Agricultura y Cría, en Caracas. No se han incluido aquellas gramíneas que crecen exclusivamente en las áreas de bosque, matas, morichales y zonas ruderales del Llano así como tampoco las que aún cuando forman parte de la comunidad graminoides han sido introducidas como forrajeras. Está la posibilidad de haber incluido indebidamente algunas especies así como haber dejado fuera del recuento otras especies.

Los géneros de gramíneas fueron agrupados dentro de tribus siguiendo el criterio de Hubbard (7), de la misma manera como lo hizo Hartley (6) para confeccionar el "espectro normal".

Cuadro 1.—Lista de los géneros de gramíneas de los llanos venezolanos con su correspondiente número de especies.

Géneros		Géneros	
Andropogon	8	Leersia	1
Anthephora	1	Leptochloa	4
Aristida	7	Leptocoryphium	1
Arundinella	2	Luziola	3
Axonopus	11	Manisuris	1
Bouteloua	1	Microchloa	1
Cenchrus	2	Mesosetum	1
Chaetium	1	Oplismenus	1
Chloris	2	Oryza	2
Diectomis	1	Panicum	26
Digitaria	2	Pappophorum	1
Echinochloa	2	Paratheria	1
Echinolaena	1	Paspalum	30
Elyonurus	2	Pennisetum	2
Eragrostis	11	Phragmites	1
Erianthus	1	Reimarochloa	2
Eriochloa	3	Sacciolepis	2
Eriochrysis	1	Setaria	3
Gymnopogon	3	Sorghastrum	2
Hymenachne	2	Sporobolus	3
Hyparrhenia	2	Steirachne	1
Imperata	2	Thrasya	2
Isachne	1	Trachypogon	5
Ischaemum	2	Trichachne	1
Lasiacis	1		

Con el material señalado, se calcularon los porcentajes de especies de gramíneas representadas en cada uno de los 7 grupos de tribus establecidas de acuerdo al "espectro normal" y que son las siguientes: *Agrostaceae*, *Andropogoneae*, *Aveneae*, *Eragrostaceae*, *Festuceae*, *Panicaceae* y otras tribus que incluye las 22 tribus menores.

Resultados

En el Cuadro 1 están representados 49 géneros ordenados alfabéticamente con sus correspondientes números de especies para las gramíneas de los Llanos venezolanos. Burkart (3) para los Llanos de Colombia y Venezuela presenta 47 géneros y 92 especies. En el Cuadro 1 resalta que *Paspalum* y *Panicum* tienen 30 y 26 especies respectivamente siendo los géneros con mayor número de especies. Los géneros *Eragrostis* y *Axonopus* sobrepasan las 10 especies respectivamente.

Para determinados hábitats la dominancia de la vegetación graminoides está dada por especies de los géneros *Trachypogon*, *Paspalum*, *Anthephora*, *Mesosetum*, *Aristida*, etc (12 y 13).

En el Cuadro 2 se observa que en las gramíneas de los Llanos venezolanos no están representadas especies de las importantes tribus como son *Agrostaceae* y *Aveneae* y escasamente representadas las tribus *Eragrostaceae* y *Festuceae*. En cambio es notable el alto número de géneros que representa a las *Panicaceae* y a las *Andropogoneae*, 23 y 11 respectivamente. Finalmente el grupo de otras tribus tiene 11 géneros.

En el Cuadro 3, al comparar los datos del "espectro normal mundial" calculado por Hartley (6) con los obtenidos para los llanos venezolanos, se observa que en líneas generales el espectro de las tribus de gramíneas del Llano venezolano es diferente del normal. Lo anterior constituye un hecho esperado ya que el espectro mundial fue confeccionado utilizando 180 muestras distribuidas por todas las regiones del globo dentro de una amplia gama de condiciones climáticas.

Cuadro 2.—Lista de las tribus de gramíneas con sus correspondientes géneros, de los llanos venezolanos.

1—ANDROPOGONEAE: Andropogon, Diectomis, Elyonurus, Erianthus, Eriochrysis, Hyparrhenia, Imperata, Ischaemum, Manisuris, Sorghastrum y Trachypogon
2—ERAGROSTEAEE: Eragrostis
3—FESTUCEAE: Phragmites y Steirachne
4—PANICEAE: Anthephora, Axonopus, Cenchrus, Chaetium, Digitaria, Echinochloa, Echinolaena, Eriochloa, Hymenachne, Isachne, Lasiacis, Leptocoryphium, Mesosetum, Oplismenus, Panicum, Paratheria, Paspalum, Pennisetum, Reimarochloa, Sacciolepis, Setaria, Thrasya y Trichachne
5—OTRAS: Aristida, Arundinella, Bouteloua, Chloris, Gymnopogon, Leersia, Leptochloa, Luziola, Microchloa, Oryza, Pappophorum y Sporobolus

Cuadro 3—Contribución porcentual de cada tribu al espectro normal mundial y al de la región de los llanos venezolanos

Tribus	Espectro normal mundial	Llanos venezolanos
Agrosteae	8.2	—
Andropogoneae	11.9	15.9
Aveneae	6.3	—
Eragrosteae	8.1	6.5
Festuceae	16.5	1.2
Panicaceae	24.7	59.4
Otras tribus	24.3	17.0
	100,0	100,0

desde los climas polares a los tropicales. En cambio para los llanos venezolanos este espectro tribal constituye la suma de las condiciones del ambiente llanero incluyendo no solo el clima sino que también las condiciones edáficas, bióticas, púricas y fisiográficas que constituyen este paisaje natural. El *graminetum*, usando la terminología de del Villar (5), está constituido dentro del Llano por varias clases de comunidades herbáceas, entendiéndose por *graminetum* a una o varias simorfias dominadas por gramíneas. En el Llano venezolano el *graminetum* ocupa hábitats dentro de un amplio ámbito de condiciones hídricas y de suelo: desde aquellos arcillosos e inundados total o parcialmente hasta los secantes y arenosos.

Conclusiones

La vegetación herbácea graminoide de los llanos venezolanos está constituida por 49 géneros y 170 especies de gramíneas. Las tribus representadas mayoritariamente son: *Panicaceae* y *Andropogoneae*.

La tribu *Panicaceae* está representada por 23 géneros y 101 especies. La tribu *Andropogoneae* por 11 géneros y 26 especies.

El espectro de las tribus de gramíneas en los llanos venezolanos es el siguiente: *Agrosteae* 0,0 por ciento, *Andropogoneae* 15,9 por ciento, *Aveneae* 0,0 por ciento, *Eragrosteae* 6,5 por ciento, *Festuceae* 1,2 por ciento, *Panicaceae* 59,4 por ciento y otras tribus 17,0 por ciento.

El espectro de las tribus de gramíneas de los llanos venezolanos representa el reflejo de las condiciones ambientales de esta zona de vida caracterizada por un clima de condiciones térmicas tropicales y de humedad acentuadamente estacional: una temporada húmeda de 7 meses y una seca de 5 meses.

Resumen

En la región de los llanos venezolanos que cubre unos 28 millones de hectáreas, la vegetación herbácea

graminoide ocupa más del 50 por ciento de la vegetación total.

Se estudió el *graminetum* desde el punto de vista de la contribución de las especies a formar parte del espectro tribal de las gramíneas. Para lo anterior se consultaron las listas florísticas publicadas y algunas colecciones de herbario. Se concluyó que las gramíneas están representadas por 49 géneros y 170 especies siendo las tribus *Panicaceae* y la *Andropogoneae* las más importantes.

El espectro de las tribus de gramíneas de los llanos venezolanos representa el reflejo de las condiciones ambientales de esta zona de vida caracterizada por un clima tropical con 7 meses de humedad y 5 de sequía.

Literatura citada

- ARISTIGUIETA, L. Consideraciones sobre la flora de los morichales llaneros al norte del Orinoco. Ministerio de Agricultura y Cría. Acta Botánica Venezolana 3 (1, 2, 3 y 4): 19-38. 1968.
- BLYDENSTEIN, J. La sabana de *Trachypogon* del alto llano. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 33 (102): 139-206. 1962.
- BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. Taxon 24(1):53-66. 1975.
- CROWDER, L. Pasture and forage research in tropical America. Cornell International Agriculture Bulletin 28. 1974. 53 p.
- FONT QUER, P. Diccionario de botánica. Barcelona, Labor. 1963. 1244 p.
- HARTLEY, W. The global distribution of tribes of the *Gramineae* in relation to historical and environmental factors. Australian Journal of Agricultural Research 1(4):355-373. 1950.
- HUBBARD, C. Graminales. In Hutchinson, J. The families of flowering plants. Vol II. Oxford Univ. Press, 1960.
- LAREZ, A. y VERA, A. Inventario y evaluación del recurso forrajero de la sabana de Jeusepín. In Segundo Congreso Venezolano de Botánica. Mérida, Univ. de Los Andes. 1974. pp. 230-243.
- LASSER, I. Origen de las formaciones vegetales de nuestros llanos. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría. Acta Botánica Venezolana 4 (1, 2, 3, y 4): 23-52. 1970.
- LUCES, Z. Géneros de las gramíneas venezolanas. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín Técnico 4. 1942. 149 p.
- PITIER, H. La mesa de Guanipa. In Trabajos escogidos. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría. 1948. pp. 195-243.
- RAMIA, M. Plantas de las sabanas llaneras. Caracas, Monte Avila. 1974. 287 p.
- TAMAYO, F. Los llanos de Venezuela. II. Caracas, Monte Avila. 1972. 149 p.
- UNESCO. Clasificación Internacional y cartografía de la vegetación. París, 1973. 93 p.
- VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA. Atlas agrícola de Venezuela. Caracas, 1960.

Notas y Comentarios

La importancia de las micorrizas

Las micorrizas, que en un tiempo se creían bastante restringidas en su ocurrencia, se está encontrando que son relativamente comunes en el reino vegetal. Esta simbiosis valiosa de hongo con raíces, en la que el carbohidrato de la planta es intercambiado por minerales más fácilmente obtenidos por el socio fungoso, ha estado estudiándose en años recientes por Michel Daft de la Universidad de Dundee, Escocia, quien ha demostrado la amplia incidencia de las llamadas micorrizas "vesiculares-arbusculares" (VA), su interacción con los nódulos, y su posible utilización para colonizar los vertederos de escorias.

En colaboración con E. Hascakyo (*Journal of Applied Ecology*, vol. 13 p. 523), del Servicio Forestal de los Estados Unidos, en Beltsville, Maryland, Daft informa sobre el muestreo de especies vegetales de tres vertederos de desechos de la minería de carbón. De estos, cinco especies no tenían nódulos y micorrizas VA, mientras que 24 o 25 estaban infectadas con el hongo VA en un promedio de 62 por ciento de las raíces. Para medir los posibles efectos de estos hongos, las raíces infectadas fueron lavadas y se recogieron de allí esporas del hongo VA y se agregaron a las raíces de maíz cultivado en arena. El resultado dramático fue una tasa de infección de 60 por ciento y un aumento de tres veces en el peso seco de los tallos y del doble en el peso seco de las raíces, comparado con plantas sin infectar. El maíz infectado con VA también acumuló mucho más de 10 elementos vitales, y floreció y fructificó más temprano que las plantas sin infectar.

La proporción de éxito cuando se sembraron maíz y alfalfa en los desechos de minería del carbón dependió del tipo de desecho. Las escorias bituminosas, que son ácidas, causaron la muerte temprana de ambas plantas, con las de alfalfa capaces de resistir un poco más que las no infectadas cuando la acidez fue neutralizada con cal. Sin embargo, en escoria encalada de antracita los efectos fueron nuevamente dramáticos con plantas de maíz infectadas con VA que mostraron un peso seco del doble después de 68 días de crecimiento. La alfalfa infectada con bacterias nodulantes también se benefició con la infección con el hongo VA. El peso seco, el número de nódulos y el contenido mineral fueron todos aumentados por la presencia del hongo.

El beneficio de este hongo, que sobre todo es capaz de extraer fosfatos para las plantas, al combinarse con los nódulos fijadores del nitrógeno parece constituir una reserva de super-

vivencia para las plantas que tienen que crecer en suelos deficientes en nutrientes. Bastantes trabajos se han hecho sobre la recolonización de los vertederos de desechos en Estados Unidos, y parece que es probable desarrollar un sistema hongonódulo y producirlo económicamente para cubrir con vegetación muchas de las acumulaciones de escorias que desfiguraron el paisaje en muchos países.

Publicaciones

Revista Latinoamericana de Ciencias Agrícolas

Este es el nuevo nombre que se ha adoptado para el órgano oficial de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (ALCA) a partir del volumen N° 12, correspondiente a 1976. El cambio es motivado por la adopción en 1974 del nombre actual de la Asociación en lugar de Asociación Latinoamericana de Fitotecnia. Los editores actuales son Luis Marciano y Benilda Villalobos Añez. El nombre antiguo era *Fitotecnia Latinoamericana*.

Publicaciones

Ciencia y Tecnología de Venezuela. A comienzos de 1977 ha aparecido el primer número de esta revista, órgano de información técnica del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, (CONICIT), de Venezuela. Su objetivo es dar a conocer periódicamente los estudios descriptivos y analíticos, los proyectos y evaluaciones del Sistema Científico y Tecnológico que realiza el CONICIT.

El primer número tiene un informe sobre la estrategia de desarrollo científico; algunos discursos y trabajos generales del Primer Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología (uno de ellos sobre la investigación en las universidades); un estudio sobre áreas prioritarias en tecnología de alimentos; y diversas noticias. El Coordinador del Comité Editorial es Omar Ocariz, y la dirección es Apartado de Correos 70617 Los Ruices, Caracas.

Publicaciones

Notas Técnicas CIAPY. Con fecha noviembre de 1976 ha aparecido un noticiero de cuatro páginas, *Notas Técnicas del CIAPY*, órgano del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán, México. El primer número contiene información sobre los programas de fruticultura del Campo Experimental de Uxmal, Yucatán, y sobre análisis económico de maíz, soya, calabaza y otros cultivos de cobertura en un naranjal.

Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos^{*1/}

—ROBERTO JARQUIN**, ROBERTO A GOMEZ-BRENES**, LEONEL BERDUCIDO***, RICARDO BRESSANI****

ABSTRACT

A study was carried out with native young swine distributed by weight and sex in 5 experimental groups. Three of these, formed by 7 animals (4 males and 3 females) each, were fed diets containing 8, 12 and 16 per cent protein, and the other two received the diet with 16 per cent protein which contained 12 and 24 per cent dehydrated coffee pulp. In a second study 24 native young pigs were distributed, also by weight and sex, in four groups of 6 animals each, and fed diets with 16 per cent protein containing 0, 12, 18 and 24 per cent dehydrated coffee pulp.

The first study indicated a direct relationship between daily weight gain (221, 310 and 327 g), and protein level in the diet (8, 12, and 16%), with feed conversion of 5.0, 4.4 and 4.5, respectively. No significant differences were observed between the last two groups. Animals fed 12 and 24 per cent coffee pulp showed daily weight gains of 352 and 155 g with a feed conversion of 4.5 and 6.6, respectively.

Results of the second experiment showed an inverse relationship between daily weight gain and feed conversion with respect to the level of coffee pulp in the diet. These were 387, 357, 320 and 274 g/day, and 3.9, 4.2, 4.3 and 4.4 for coffee pulp levels of 0, 12, 18 and 24 per cent respectively. Differences between the groups fed with 12 and 18 per cent coffee pulp were not statistically different from the control. Results revealed that neither protein nor coffee pulp levels affected the total serum protein and albumin concentration significantly, and suggested that the native pig can do well on low-protein diets. With regard to coffee pulp, findings suggested that with 16 per cent protein diets, the animal can do well with 18 per cent coffee pulp. It is concluded that the use of this level in swine rations results in interesting economic feed savings.

Introducción

SE DISPONE de información indicativa de que la población de cerdos criollos en América Latina es considerable. Sin embargo, los estudios realizados en este tipo de cerdo son escasos.

Existe evidencia experimental de que los requerimientos proteínicos del cerdo criollo son inferiores a los de razas especializadas (9), hecho indicativo de la conveniencia de efectuar estudios sobre el comportamiento del cerdo criollo cuando éste se alimenta con niveles diferentes de proteína. También se considera de

* Recibido para la publicación el 6 de diciembre de 1976.

1/ Este trabajo fue financiado con fondos de la Research Corporation, Nueva York, N. Y. (Subvención INCAP N° 710) y del International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá (Subvención INCAP N° 810).

** Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

*** Parte del estudio aquí descrito se basó en el trabajo de tesis realizado por el Sr. Berducido en los laboratorios de la División, previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

**** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP. Publicación INCAP E- 912.

interés investigar su respuesta a la utilización de materiales que usualmente no se emplean en la alimentación de monogástricos, tales como la pulpa de café, con el fin primordial de substituir parcialmente los cereales que son competitivos con la alimentación humana, en el desarrollo de formulaciones económicamente adecuadas para el medio donde se explota este tipo de cerdo. Esta posibilidad podría traducirse en un incremento de ingresos para aquéllos que se dedican a la explotación porcina y, a la vez, influir directa o indirectamente en un aumento de la disponibilidad de energía y proteína para los moradores de la región

Materiales y métodos

En el presente trabajo se utilizaron cerdos criollos de dos meses de edad aproximadamente, provenientes del altiplano de Guatemala. En las instalaciones con que el INCAP cuenta en su Finca Experimental, y previo al estudio, se sometieron a alimentación *ad libitum*, consumiendo raciones elaboradas a base de una mezcla de 85 partes de maíz y 15 partes de soya. Al

mismo tiempo, durante este período de adaptación fueron desparasitados, y se les administró la vacuna contra el cólera porcino

Se efectuaron dos experimentos separados en distintas épocas del año. El primero incluyó un total de 31 cerdos criollos, 16 machos y 15 hembras, los cuales fueron distribuidos en 5 grupos según su peso y sexo. Tres de estos grupos estaban integrados por 7 cerdos cada uno, 4 hembras y 3 machos, y fueron alimentados con las raciones que se describen en el Cuadro 1 que contenían niveles proteínicos de 8, 12 y 16 por ciento. Los dos grupos restantes incluyeron cinco cerdos cada uno, 2 machos y 3 hembras, y recibieron raciones cuyo contenido proteínico también era de 16 por ciento, pero que contenían además niveles de 12 y 24 por ciento de pulpa de café (Cuadro 1)

El segundo experimento se llevó a cabo en 24 cerdos criollos, 12 machos y 12 hembras que, distribuidos de acuerdo a su peso y sexo, integraron cuatro grupos experimentales. En este caso, las raciones utilizadas fueron calculadas con 16 por ciento de proteína y niveles de 12, 18 y 24 por ciento de pulpa de café, según se detalla en el Cuadro 2.

Cuadro 1.—Formulación y composición química proximal de las raciones del primer experimento, utilizando diferentes niveles proteínicos y dos niveles de pulpa de café

(Valores expresados en porcentajes)

Ingredientes	Ración N°				
	1	2	3	4	5
Premezcla (soya-maíz)	33,0	49,50	66,00	61,00	56,00
Fulpa de café	—	—	—	12,00	24,00
Olote de maíz molido	16,80	15,80	14,80	7,70	0,60
Minerales*	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Vitaminas y elementos menores**	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Aurofac-10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Melaza	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Almidón de maíz	36,80	21,30	5,80	5,90	6,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Humedad	12,5	12,5	12,4	12,3	12,8
Extracto etéreo	0,8	1,3	1,8	1,8	2,0
Fibra cruda	6,7	5,5	5,3	6,0	6,1
Proteína	8,3	12,9	16,4	16,8	16,4
Cenizas	3,9	4,9	5,6	5,7	5,5
Extracto libre de nitrógeno	67,8	62,9	58,5	57,4	57,2

* Harina de hueso, 33%; carbonato de calcio, 33%; sal yodada, 32%; y elementos menores 2%

** Dohyfral/Duphar, Amsterdam, Holanda. Contiene por kg, vitamina A: 2.000.000 U.I.; vitamina D₃: 400.000 U.I.; vitamina E: 1.000 U.I.; vitamina B₁₂: 3 mg; Fe: 20.000 mg; Mn: 10.000 mg; Cu: 1.500 mg; I: 150 mg; y Zn: 40.000 mg

Cuadro 2 —Formulación y composición química proximal de las raciones del segundo experimento, utilizando diferentes porcentajes de pulpa de café deshidratada

(Valores expresados en términos de porcentaje)

Ingredientes	Ración N°			
	1	2	3	4
Premezcla (soya-maíz)	72.70	66.90	64.00	60.90
Pulpa de café	0.00	12.00	18.00	24.00
Tazol molido	14.00	7.00	3.60	0.30
Mínerales*	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitaminas y elementos menores**	0.10	0.10	0.10	0.10
Aurofac-10	0.20	0.20	0.20	0.20
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00
Almendra de maíz	—	0.80	1.10	1.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Humedad	15.1	14.0	13.6	14.4
Extracto cárneo	1.6	1.7	2.1	2.0
Fibra cruda	6.7	6.7	7.5	7.0
Proteína	16.5	16.6	16.7	16.7
Cenizas	6.8	7.3	6.5	6.6
Extracto libre de nitrógeno	53.3	53.7	53.6	53.3

* ** Véase notas al pie del Cuadro 1

La pulpa de café se obtuvo de un beneficio cercano a la capital de Guatemala, y fue transportada en estado fresco a la Finca Experimental del INCAP. Allí se deshidrató al sol y se almacenó en condiciones ambientales naturales después de reducir su contenido de humedad a 12 por ciento (6, 12, 13)

Para elaborar las raciones experimentales se preparó una premezcla de 65 partes de maíz y 35 partes de soya, de la que luego se tomó la cantidad necesaria para obtener el porcentaje de proteína deseado en la ración control. La premezcla se formuló en base a estudios biológicos con ratas, y representa la combinación del valor proteínico óptimo entre la proteína de soya y la de maíz (3).

En ambos experimentos en los que se utilizó pulpa de café hubo necesidad de disminuir la cantidad de premezcla de las raciones de acuerdo al aporte proteínico del nivel de pulpa empleado. Para obtener uniformidad en el contenido de fibra se utilizó olote de maíz o tazol* molido. Los demás ingredientes de las raciones fueron constantes, exceptuando el almidón de maíz que se usó para completarlas a 100 por ciento

Los grupos experimentales se alojaron en sus respectivos compartimientos, provistos cada cual de un comedero grande, que les permitió consumir el alimento *ad libitum*. El sistema de agua fue similar en todos los corrales, cuidándose que ésta estuviese disponible a los cerdos todo el tiempo que duró el período experimental.

Los animales de los grupos del primer experimento se pesaron semanalmente por un período total de 12 semanas, y los del segundo experimento durante las 10 semanas que duró el estudio. Al mismo tiempo se llevó un registro semanal del consumo de alimento para cada grupo experimental.

Los ingredientes utilizados en la elaboración de las diferentes raciones experimentales fueron analizados por su contenido de proteína y fibra cruda; además, se determinó la composición química proximal de las raciones ya elaboradas, según los métodos de la AOAC (1).

Se obtuvieron muestras de sangre de los animales, en ayunas y por punción yugular, tanto al inicio como al final de cada experimento, determinándose el contenido de proteínas totales de los sueros según el método de biuret (14). Se estudió también su contenido de albúmina (10).

* Término que denota la parte vegetativa deshidratada de la planta de maíz desde el punto en que se colecta la mazorca hacia arriba.

Cuadro 3 —Comportamiento y niveles séricos de proteína y albúmina de cerdos criollos alimentados con diferentes niveles de proteína en la ración

Parámetros	Proteína en la dieta %		
	8,3	12,9	16,4
Peso inicial, kg	7,30	8,10	7,40
Peso final, kg	24,90	34,10	34,90
Aumento en peso, kg	17,60 ± 7,5*	26,00 ± 7,9	27,50 ± 2,9*
Alimento consumido, kg	87,90	114,70	123,00
Conversión alimenticia**	5,0	4,1	4,5
Proteína sérica inicial, g/100 ml	6,71	6,15	6,75
Proteína sérica final, g/100 ml	6,91 ± 0,17*	7,17 ± 0,33*	7,37 ± 0,14*
Albúmina sérica inicial, g/100 ml	2,49	2,62	2,77
Albúmina sérica final, g/100 ml	2,98 ± 0,50*	3,67 ± 0,33*	3,43 ± 0,26*

* Desviación estándar del promedio

** Conversión alimenticia: y de alimento consumido/y de ganancia en peso

Resultados

En el Cuadro 3 se describen los resultados obtenidos en el primer experimento con los diferentes niveles de proteína, observándose que los promedios de peso vivo alcanzados por los cerdos fueron de 24,9, 34,1 y 34,9 kg para los distintos tratamientos, aumentos que se suscitaron a medida que el contenido de proteína de la ración aumentaba. El análisis estadístico efectuado muestra una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre los grupos alimentados con las raciones que contenían 8,3 y 16,4 por ciento de proteína, respectivamente. Sin embargo, el grupo que consumió la ración con 12,9 por ciento de proteína no mostró diferencia significativa al compararlo con el grupo testigo, o sea el que recibió la ración con 16,4 por ciento de proteína.

Los hallazgos del primer experimento con pulpa de café (Cuadro 4) constituyen el resultado de comparar la ración control (16,4 por ciento de proteína) con otras de contenido proteínico similar pero con niveles de 12 y 24 por ciento de pulpa. A juzgar por los datos, la inclusión de 12 por ciento de pulpa de café en la ración mejora ligeramente la ganancia de peso y el consumo de alimento, pero sin diferencia estadísticamente significativa con respecto a los cerdos del grupo control. Según se observa, la adición de 24 por ciento de pulpa de café a la ración afectó negativamente la ganancia de peso, el consumo de alimento, y la eficiencia de conversión del mismo.

En el Cuadro 5 se exponen los resultados correspondientes al comportamiento de los cerdos del segundo experimento, es decir, de los que fueron alimentados por 10 semanas consecutivas con las raciones que contenían 16 por ciento de proteína y 12, 18 y 24 por ciento de pulpa de café. Con respecto a la ganancia de

peso, el índice de eficiencia alimenticia y el consumo de alimento, vemos que éstos guardan una relación inversa al nivel de pulpa empleado. El análisis estadístico mostró una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los diferentes grupos, pero al comparar los que ingirieron 12, 18 y 24 por ciento de pulpa con la ración control, por medio del análisis de mínima diferencia significativa (MDS), la diferencia únicamente fue significativa en el grupo que consumió 24 por ciento de pulpa de café; en cambio los cerdos que consumieron las raciones con 12 y 18 por ciento de pulpa de café no mostraron diferencia alguna al compararse con el grupo control.

Los valores iniciales y finales de proteínas séricas totales y de albúmina de los cerdos alimentados con diferentes niveles proteínicos en la ración se muestran en el Cuadro 3. Según se observa, los parámetros medidos aumentaron en relación directa al nivel proteínico empleado, pero el análisis estadístico no reveló ninguna diferencia significativa entre tratamientos, ni para proteínas séricas totales ni para albúmina.

Por último, en los Cuadros 4 y 5 se presentan los valores iniciales y finales de proteínas y albúminas séricas totales de los grupos de cerdos que consumieron diferentes niveles de pulpa de café, tanto en el primer experimento como en el segundo. En cuanto a los parámetros medidos, puede afirmarse que los valores obtenidos no acusan diferencias significativas entre tratamientos.

Discusión

El análisis de los resultados descriptivos de la res- puesta de los cerdos criollos a las raciones con diferentes niveles proteínicos revela la ausencia de diferencias

Cuadro 4.—Comportamiento, proteína sérica y albúmina, de cerdos criollos alimentados con diferentes niveles de pulpa de café en la ración *

Parámetros	Pulpa de café en la dieta. %		
	0	12	24
Peso inicial, kg	7,1	7,8	8,6
Peso final, kg	34,9	37,4	21,6
Aumento en peso, kg	27,5 ± 2,9**	29,6 ± 7,6**	13,0 ± 5,3**
Alimento consumido, kg	123,0	133,0	85,7
Conversión alimenticia***	4,5	4,5	6,6
Proteína sérica inicial, g/100 ml	6,75	6,86	6,73
Proteína sérica final, g/100 ml	7,37 ± 0,44**	7,64 ± 0,17**	7,63 ± 0,24**
Albúmina sérica inicial, g/100 ml	2,77	2,46	2,92
Albúmina sérica final, g/100 ml	3,43 ± 0,26*	3,13 ± 0,46*	3,86 ± 0,56*

* Contenido de proteína en las dietas: 16,4 16,8 y 16,4% para 0, 12 y 24% de pulpa de café, respectivamente

** Desviación estándar del promedio

*** Conversión alimenticia: g de alimento consumido/ g de ganancia en peso

significativas en lo referente a las ganancias de peso de los animales que consumieron niveles de 12,9 y 16,4 por ciento de proteína

La información bioquímica recabada en este experimento en cuanto a proteínas séricas totales y albúminas confirma los datos notificados por Gómez-Brenes y colaboradores (9), y sugiere que el cerdo criollo re-

quiere menor cantidad de proteína en su dieta que el Duroc, lo cual tiene implicaciones de interés práctico. Los informes de McConnell, Barth y Griffin (15, 16) indican que los cerdos de razas especializadas para producción de carne requieren más proteína en la dieta que los de tipo graso. Los cerdos criollos utilizados en el presente estudio, y que generalmente son los que existen en nuestro medio, son de tipo graso, hecho

Cuadro 5.—Comportamiento y proteínas séricas de cerdos criollos alimentados con diferentes niveles de pulpa de café en la ración *

Parámetros	Pulpa de café en la dieta. %			
	0	12	18	24
Peso inicial, kg	9,9	9,9	10,0	9,9
Peso final, kg	37,0	34,9	32,4	29,1
Aumento en peso, kg	27,1 ± 3,2**	25,0 ± 1,3**	22,4 ± 7,8**	19,2 ± 4,6**
Alimento consumido, kg	104,4	103,8	97,4	84,1
Conversión alimenticia***	3,9	4,2	4,3	4,4
Proteína sérica inicial, g/100 ml	2,14	7,78	8,25	7,82
Proteína sérica final, g/100 ml	7,46	8,29 ± 0,48**	9,07 ± 0,14**	8,65 ± 0,74**
Albúmina sérica inicial, g/100 ml	8,48 ± 0,49	2,15	1,71	2,25
Albúmina sérica final, g/100 ml	3,17 ± 0,26*	3,42 ± 0,53*	3,10 ± 0,05	3,33 ± 0,44*

* Contenido de proteína en las dietas: 16,5, 16,6, 16,7 y 16,7 para 0, 2, 18 y 24% de pulpa de café, respectivamente

** Desviación estándar del promedio

*** Conversión alimenticia: g de alimento consumido/ g de ganancia en peso

que confirma los resultados obtenidos por los autores antes citados (15, 16)

La respuesta observada en el primer estudio con pulpa de café indica que el comportamiento de los cerdos al administrárseles la ración con 12 por ciento de pulpa de café es favorable en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, comparado con el de los animales que recibieron la ración en cuya formulación no se incluyó pulpa. El análisis estadístico efectuado no revela diferencia significativa alguna en lo concerniente a ganancia de peso entre estos dos grupos, pero sí demostró una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre éstos y el grupo alimentado con 24 por ciento de pulpa de café.

Los resultados correspondientes al segundo experimento confirman nuevamente que el nivel de 24 por ciento de pulpa de café en la ración tiene efectos perjudiciales para el crecimiento del cerdo criollo, ya que reduce el consumo de alimento y la ganancia de peso así como la conversión alimenticia. Esto sugiere, pues, que se puede recomendar en la ración niveles de 12 a 18 por ciento de pulpa de café para este tipo de animal. La respuesta del cerdo criollo compara favorablemente con la obtenida por Jarquín y colaboradores (13) en el Duroc, estudio éste en el que el nivel de 16,4 por ciento de pulpa en la ración no acusó diferencia significativa alguna con respecto al control.

En cuanto a los parámetros bioquímicos correspondientes a ambos experimentos realizados con pulpa de café, los resultados son bastantes similares entre sí. A pesar de que la ganancia de peso obtenida con el nivel de 24 por ciento de pulpa fue estadísticamente diferente ($P < 0,01$) en ambos experimentos con respecto a los demás grupos, los parámetros sanguíneos medidos no muestran diferencia significativa alguna entre los diferentes tratamientos, ni en lo que concierne a proteínas séricas totales ni en el caso de las albúminas.

La tendencia de los animales a un menor crecimiento y a una menor eficiencia alimenticia a medida que se aumenta el porcentaje de pulpa de café en la ración ya ha sido notificado por Bressani *et al.*, (4, 5), y por otros investigadores (2, 6, 7, 12) en animales rumiantes. No obstante, los factores adversos responsables todavía no han sido identificados, a excepción de los datos publicados por Jaffé y Ortiz (11), quienes indican que esas substancias tóxicas se encuentran en los extractos alcohólicos de la pulpa. Si bien es cierto que la cafeína y los taninos ejercen cierto efecto depresor en el crecimiento del animal (2), esto no explica el efecto total observado, máxime si se tienen en cuenta los trabajos de Cunningham (8). En sus estudios con cerdos, este investigador administró cafeína a razón de 1,5 g por kg de alimento en condiciones de alimentación restringida, y los resultados por él obtenidos indican que en estos animales el crecimiento y la conversión alimenticia mejoran, y que la retención de nitrógeno también aumenta.

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación permiten concluir, por una parte, que para

crecer adecuadamente, el cerdo criollo requiere una menor concentración de proteína en su dieta, y por la otra, que la utilización de niveles de 12 a 18 por ciento de pulpa de café deshidratada y molida en raciones a base de soya y maíz es adecuada en la nutrición porcina. Sus principales limitaciones radican en el alto contenido de fibra de la pulpa y en ciertos factores desconocidos que en una forma u otra prolongan la etapa de crecimiento del cerdo.

Resumen

Se llevó a cabo un experimento en 5 grupos de cerdos criollos distribuidos según su peso y sexo. Tres de ellos, de 7 cerdos cada uno, fueron alimentados con raciones cuyos niveles proteínicos eran de 8, 12 y 16 por ciento, y los dos restantes, de 5 animales cada uno, con dietas que contenían 16 por ciento de proteínas y 12 y 24 por ciento de pulpa de café. En todos los casos la dieta básica estuvo formada por 65 por ciento de maíz y 35 por ciento de harina de soya, de la que se escogieron los niveles calculados para las raciones sometidas a prueba. El contenido de fibra cruda de las dietas se uniformó de acuerdo al análisis químico proximal de los ingredientes y de la pulpa de café. En otro experimento se emplearon 4 grupos de 6 cerdos cada uno, los que recibieron raciones con 16 por ciento de proteína y 0, 12, 18 y 24 por ciento de pulpa de café. Al inicio y al final de cada experimento se obtuvieron muestras de sangre, en ayunas, para determinar su contenido de proteína total y albúmina. En el primer experimento las ganancias ponderales diarias (GPD) mostraron una relación directa con el nivel proteínico y fueron de 221, 310 y 327 g con una eficiencia alimenticia (EA) de 5,0, 4,4 y 4,5, respectivamente. Los cerdos cuyas raciones contenían niveles de 12 y 24 por ciento de pulpa acusaron una GPD de 352 y 155 g, y una EA de 4,5 y 6,6.

En el segundo experimento las GPD fueron inversas al nivel de pulpa en la ración, siendo de 387, 357, 320 y 274 g, con una EA de 3,9, 4,2, 4,3 y 4,4, en ese orden. Los grupos alimentados con 12 y 18 por ciento de pulpa no mostraron diferencias estadísticas con el grupo control. La información bioquímica recabada sugiere que este tipo de cerdo requiere menores cantidades de proteína dietética. Se observó asimismo que las raciones hasta con 18 por ciento de pulpa de café mantienen al cerdo en un estado nutricional aceptable ya que no hubo diferencias en los parámetros medidos en los animales experimentales y los usados como control. Se concluye que el uso de pulpa de café a este nivel incide favorablemente en los aspectos económicos que implica la elaboración de raciones para cerdos.

Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC 11th ed. Washington, D. C., The Association 1970. 957 p.

2. BRAHAM, J. E., JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 23: 379-388. 1973.
3. BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. All-vegetable protein mixtures for human feeding. The development of INCAP Vegetable Mixture 1:4 based on soybean flour. Journal of Food Science 31:626-631. 1966.
4. ———, ELIAS, L. G., ESTRADA, E. y JARQUIN, R. Utilización de pulpa de café. Valor nutritivo en monogástricos. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal 6: 142-143. 1971. Extracto.
5. ———, ESTRADA, E., ELIAS, L. G., y JARQUIN, R. y URRUTIA DE VALLE, I. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. Turrialba 23: 403-409. 1973.
6. CABEZAS, M. T. Utilización de pulpa de café para la alimentación de ganado bovino. Boletín Informativo de La División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP VII. Revista "AGA" (Guatemala), Año 16 - Epoca IV - N° 26: 16-19. 1973.
7. ———, MURILLO, B., JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M., ESTRADA, E. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. Turrialba 24: 160-167. 1974.
8. CUNNINGHAM, H. M. Effect of caffeine on nitrogen retention, carcass composition, fat mobilization and the oxidation of C-14 labelled body fat in pigs. Journal of Animal Science 28:424-430. 1968.
9. GOMEZ-BRENES, R. A., JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M. y BRESSANI, R. Comparación del cerdo criollo y Duroc Jersey en cuanto a crecimiento y utilización del alimento. Turrialba 21: 29-34. 1974.
10. HAWK, B., OSER, B. L. y SUMMERSON, W. H. Practical Physiological Chemistry. 12th ed. New York, Blackiston, 1951. 1523 p.
11. JAFFE, W. y ORTIZ, D. S. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. AGRO (Venezuela) 23: 31-37. 1952.
12. JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M., BRAHAM, J. E. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Turrialba 23(1): 41-47. 1973.
13. ———, ROSALES, F. A., GONZALEZ, J. M., BRAHAM, J. E. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. IX. Uso de la pulpa de café en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. Turrialba 24(4): 353-359. 1974.
14. LAYNE, E. Spectrophotometric and turbidimetric methods of measuring proteins. In Methods in Enzymology. (S. P. Colowick and N. O. Kaplan, eds.), Vol. III. New York, Academic Press. 1957. pp. 447-454.
15. McCONNELL, J. C., BARTH, K. M. y GRIFFIN, S. A. Nutrient digestibility and nitrogen metabolism studies at different stages of growth with fat and lean type swine fed two levels of protein. Journal of Animal Science 32: 654-657. 1971.
16. ———, BARTH, K. M. y GRIFFIN, S. A. Nitrogen metabolism at three stages of development and its relationships to measurements of carcass composition in fat and lean type swine. Journal of Animal Science 35: 556-560. 1972.

Reseña de Libros

WHEELER, B. E. J. Diseases in crops. London. Edward Arnold, 1976. 60 p. (The Institute of Biology, Studies in Biology N° 64) £ 1.40 net.

Esta pequeña joya de la "Serie de Estudios en Biología del Instituto de Biología" de Londres nos ofrece una buena síntesis del estado actual de algunos de los más importantes desarrollos en la epidemiología y control de enfermedades de las plantas. Comenzando con la trilogía de las enfermedades patógeno—hospedante— medio ambiente, el autor pasa al segundo capítulo que trata sobre "Efectos de los Patógenos", los cuales los divide en efectos sobre los procesos fisiológicos de la planta y efectos sobre el rendimiento. Estos últimos ameritaban haber sido discutidos más ampliamente, ya que únicamente se cubrieron en un poco más de dos páginas, posiblemente por razones de brevedad.

No obstante, debía de considerarse que es principalmente por su efecto sobre los rendimientos que las enfermedades vegetales son tan importantes. El capítulo tres titulado "Desarrollo de las enfermedades en los cultivos" es puramente teoría epidemiológica muy bien documentada y admirablemente sintetizada. Sin embargo, es el capítulo cuatro "Control de las enfermedades de las plantas" donde el autor ha tenido su mejor acierto al abordar éste tema en base a conceptos epidemiológicos: control a través de la exclusión del inóculo, por reducción del inóculo y reduciendo la tasa de infección. El último capítulo trata de los métodos de predicción de epidemias, incluyendo algunas ideas acerca de la teoría de decisión para llevar a cabo el control. Los gráficos y figuras son muy adecuadas.

JOAQUIN FRANCISCO LARIOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
SAN SALVADOR, EL SALVADOR

Reseña de Libros

SANCHEZ, PEDRO A. *Properties and management of soils in the tropics*
New York, Wiley, 1976 618 p US \$ 30.00.

Este libro es una contribución muy valiosa a la literatura sobre suelos en general y sobre suelos tropicales en especial. Entre los múltiples méritos del volumen, tal vez el principal, es el de establecer el contacto entre los resultados de las investigaciones recientes sobre suelos tropicales y su aplicación racional en manejo de suelos.

El volumen se inicia muy acertadamente describiendo el ecosistema del trópico del cual los suelos son parte. Este capítulo permite la visión general necesaria para aplicar lo conocido en suelos.

El segundo capítulo se dedica a aspectos generales, más que todo de clasificación y distribución de los suelos en los trópicos. Una explicación bastante voluminosa de los diferentes sistemas de clasificación es una de las partes de necesidad discutible del volumen. De todas maneras, los cuadros de comparación de diferentes sistemas pueden ser útiles para interpretar datos de suelos clasificados con sistemas con los cuales el lector no se familiarizó.

Los próximos seis capítulos discuten cada uno algún aspecto importante de los suelos de los trópicos. Así el tercer capítulo se dedica a las propiedades físicas de los suelos y aquí se reúne información que se considera con muy poca frecuencia.

El cuarto capítulo se dedica a la mineralogía de arcillas de suelos tropicales y a los fenómenos de intercambio en ellos. Este capítulo es bien moderno y presenta mucha información que no es fácil de localizar en otra parte.

El próximo, quinto capítulo, se dedica a la materia orgánica en suelos tropicales. Es una lástima que en este capítulo no se han tomado en cuenta las investigaciones interesantes de los autores alemanes que han trabajado ampliamente en este campo.

El capítulo sexto, dedicado al nitrógeno, es muy bueno y refleja tanto la amplia experiencia del autor con este elemento como su importancia clave en el manejo de suelos tropicales.

En el séptimo capítulo se estudian los problemas de acidez y su corrección en suelos tropicales.

En el octavo capítulo, último de este grupo, se estudia la importancia y el manejo de P, Si y S. El énfasis es en P, reflejando el volumen grande de trabajo con este elemento. Se da énfasis a los trabajos en azúcar también.

A juicio de este revisor, el próximo capítulo debería haber tratado los problemas de elementos menores, pero este capítulo no existe.

El noveno capítulo se dedica al problema de la evaluación de la fertilidad de suelos tropicales. Este aspecto se descuida frecuentemente y así su inclusión es excelente idea. Podría haber sido útil un subcapí-

tulo sobre los aspectos económicos de la evaluación de fertilización también.

Los cuatro próximos capítulos se dedican a sistemas de manejo de suelos en los trópicos. El primero de ellos, el capítulo décimo, se dedica al cultivo migratorio y su eventual mejoramiento.

El undécimo capítulo, el segundo más largo, que incluye aproximadamente un décimo del volumen, se dedica a sistemas de cultivo de arroz y de nuevo ilustra la amplia experiencia del autor en este campo.

El duodécimo capítulo se dedica a cultivos múltiples y en general a sistemas de cultivos, mientras que el último capítulo, el más amplio, se dedica al manejo para producción de pastos tropicales.

Todos los capítulos tienen muy buena y actualizada bibliografía, una presentación clara y entendible que hace el libro tan útil tanto como texto, como de libro de referencia. Se estima que su traducción al castellano es urgente y lo recomiendo para todos con interés en suelos y agricultura tropical.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

BOYD, JOHN. *Tools for agriculture; a buyer's guide to low cost agricultural implements*. 2nd ed. London, Intermediate Technology, 1976, 173 p.

Este útil libro es una ampliación de su predecesor, "Tools for agriculture; a guide to hand operated and animal-drawn equipment", publicado en 1973.

Cubre ahora también equipo pequeño motorizado. Cada implemento está ilustrado con fotos o con dibujos y se proporcionan los datos indispensables de capacidad de trabajo, peso y dimensiones esenciales, así como la dirección del fabricante.

El énfasis es en el bajo costo y en la simplicidad del manejo y reparación. Abarca desde maquinaria primitiva, desarrollada para zonas aisladas donde no hay facilidades de mantenimiento: bombas de cadena, de fuelle, o de pistón de pie; desgranadoras de maíz accionadas con pedales. Se ha tenido también la idea de incluir implementos producidos en el Tercer Mundo, lo que ayudará económicamente a los países en desarrollo. Los más frecuentes son la India (con 45 fabricantes), Filipinas (18), Indonesia (4), Tailandia (4), y Pakistán (3). De América Latina sólo figuran Colombia y Perú, con un fabricante cada uno, a pesar de que tanto Argentina, como Brasil y México, exportan maquinaria agrícola.

Se reconoce la contribución del I.R.R.I., en los Baños, Filipinas en el desarrollo de implementos bastante simples, como la bomba de fuelles. También se menciona el interés en la agricultura tropical del I.I.T.A., en Ibadán, Nigeria; del C.E.E.M.A.T., de Antony, Francia; y del T.P.I. de Londres, Inglaterra.

Estudos sobre tamanho de parcela para experimentos de melhoramento de café*

HERMANO VAZ DE ARRUDA**, LOURIVAL CARMO MONACO***

ABSTRACT

A study to determine the most efficient plot size for coffee breeding experiments is reported in the present paper. Yield data of a 25 selected coffee lines experiment collected for 6 successive years were used. Three different methods were used: efficiency to detect differences at a 5 per cent level (Harris et al equation); variance components; and taking into account soil variability through Smith formula.

For any number of selections maintaining constant the experimental area the single hill plot was shown to be the most efficient. For single hill plot the efficiency increases as the number of varieties or lines increases. When the running costs are considered two hill plots were shown to be recommended.

Introdução

OS primeiros experimentos de campo com cafeeiros conduzidos no Instituto Agronômico de Campinas, utilizavam de parcelas constituídas por 25 e até 50 cafeeiros (9). Todavia, devido a expansão do programa de pesquisas surgiu a necessidade de redução do tamanho da parcela experimental. A validade dessa redução induzida pela necessidade de minimizar os custos sem afetar as estimativas dos parâmetros foi demonstrada em análises posteriores baseadas em resultados de experimentos, utilizados uma a 10 covas por parcela.

Fraga, Conagin e Arruda (8) estudaram comparativamente, parcelas constituídas por 16 e 25 plantas, visando avaliar a necessidade de fileiras de bordadura. O número de tratamentos foi fixado em 10, de modo a ter-se 6 ou 4 repetições com parcelas de 16 ou 25 covas respectivamente. A parcela com 16 covas mostrou-se 46 por cento mais eficiente.

Amaral (1) estudando tamanho e forma de parcela, num ensaio em branco, com cafeeiros de 5 anos de idade, variando o tamanho das parcelas de 5, 10 e 20 cafeeiros. O menor número de covas por parcela mostrou-se mais eficiente.

Arruda (2) analisou com o mesmo enfoque dados de um experimento de adubação fosfatada e calagem instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, com parcelas constituídas por 15 covas, dispostas em 3 linhas de 5 plantas. Por dois anos sucessivos cada linha de 5 covas da parcela foi colhida individualmente, de modo a permitir a comparação dos resultados com parcelas de 1 ou 3 linhas. O uso de uma só linha de 5 covas mostrou-se mais eficiente.

Scaranari (12) numa pesquisa sobre espaçamento das mudas nas covas empregou parcelas com 15 e 6 covas úteis, tendo obtido precisão suficiente, com um coeficiente de variação entre 14 e 30 por cento.

A necessidade de identificação do melhor tamanho de parcela é mais evidente nos programas de melhoramento genético. Neste caso, a capacidade de detecção de pequenas diferenças é essencial para o sucesso no programa de melhoramento. Devido ao interesse no melhor controle da variação nos experimentos de seleção de variedades ou progênies, procurou-se instalar ensaios com número variável de covas/parcelas. Esse número tem variado de 1 a 16 covas por parcela. Yates (8) sugeriu o uso de parcelas com uma única cova, porém, utilizando elevado número de repetições. Assim, resultados sobre a variabilidade em experimentos de seleção têm sido relatados (3, 4, 5). Estudos dos componentes da variância indicaram que o menor valor da estimativa da média de uma determinada progênie ou linhagem, ocorre com parcelas de uma única cova e maior número de repetições (7). O coeficiente de variação usando uma cova por parcela e 6 a 9 repetições

* Recebido para publicação em 3 de dezembro de 1976.

** Instituto Biológico, S. Paulo, Brasil.

*** Instituto Agronômico, Campinas, S. Paulo, Brasil.

foi baixo, atingindo 17,5 por cento (5). Estudos comparativos utilizando parcelas de uma cova com uma ou quatro plantas, revelaram menor coeficiente de variação para tratamentos com uma cova e quatro plantas (6)

Aspecto interessante nos experimentos de melhoramento é a variação observada no número de progênies ou variedades usadas. No geral pelo menos 25 seleções são incluídas em cada experimento oferecendo estimativa mais adequada do erro experimental.

Nos estudos sobre tamanho de parcelas utiliza-se "experimento em branco", isto é, com parcelas tratadas igualmente, tomando-se uma parcela básica de tamanho unitário e estabelecendo as diferentes parcelas pela agregação de parcelas unitárias. Neste caso, a avaliação fica na dependência do tamanho menor pré-estabelecido. Os experimentos de melhoramento dos cafeeiros oferecem excelente material para estudo do tamanho de parcelas mais eficientes. As covas, para fins de seleção são colhidas individualmente por período que varia de 6 a 12 anos.

Além das variações no tamanho das parcelas o número de repetições e de variedades ou progênies variam largamente. O presente trabalho foi desenvolvido, visando definir a melhor combinação de número de seleções, de repetições e de covas por parcela para os experimentos de melhoramento do cafeeiro. Diferentes métodos de análise foram usados.

Materiais e método

Foram utilizados os dados de um experimento de competição com 25 cultivares de cafeeiros, instalado segundo delineamento em "lattice" balanceado com 6 repetições. As parcelas eram constituídas por 4 covas de um cafeeiro, e foram colhidas individualmente, durante seis anos seguidos.

A avaliação do tamanho da parcela foi feita utilizando tres diferentes processos descritos na literatura.

Inicialmente, foi estudado o tamanho de parcela mais eficiente, pelo método baseado na equação de Harris *et al.*, já aplicado por Nesbitt e Kirk (11) em videira. A eficiência do método é medida pela grandeza da diferença detectável como significativa. O tamanho da parcela, será mais eficiente, quando menor for esta diferença.

Os dados do experimento fornecem os elementos necessários para serem feitas as estimativas dos valores das diferenças d em função do tamanho da parcela e número de repetições:

$$d = \frac{2Si^2 t^2 \alpha gl_2 F_{1-\delta} (gl_2; gl_1)}{r}$$

Si^2 é a variância residual, calculada com parcelas de 1, 2 ou 4 covas; nos dois primeiros casos foram colhidos ao acaso 1 e 2 cafeeiros de cada parcela.

gl_1 = grau de liberdade variável em cada caso em função do número de variedades e de repetições, segundo um delineamento em blocos ao acaso.

gl_2 = 120 é o número de graus de liberdade do experimento que serve de base, com 25 variedades e 6 repetições.

$$\alpha = 0,05$$

$$\delta = 0,80$$

r = número de repetições variável de 2 a 12 no presente estudo

O valor d assim calculado, corresponde a diferença significativa ao nível de 5 por cento entre 2 tratamentos que será detectada em 80 por cento dos experimentos.

Embora o experimento tenha sido instalado segundo um delineamento em "lattice" foram utilizados os valores de Si^2 , para os tres tamanhos de parcelas 1, 2 e 4 cafeeiros, a partir do modelo em blocos ao acaso, desde que o componente entre blocos dentro de repetições, foi significativo.

Uma segunda análise dos dados foi feita através da teoria dos componentes de variância, uma vez demonstrado que o erro experimental era de fato um componente casual, confrontando-o com o real componente do erro, isto é, a variação entre plantas dentro de parcelas. O esquema abaixo esclarece a base do método utilizado:

F V	G L	S Q	Q M	E (Q M)
Blocos	5	393,12	78,63	$\sigma^2 + n\sigma_{Bv}^2 + n t \sigma_B^2$
Variedades	24	4 506,39		
Erro	120	4 428,89	36,91	$\sigma^2 + n\sigma_{Bv}^2$
Entre Planta (Parcela)	450	10 130,49	22,51	σ^2
TOTAL	599	19 458,90		

onde $n = 4$ e $t = 25$

Destes resultados tem-se:

$$\sigma^2 = 22,510$$

$$36,91 - 22,51$$

$$\sigma_{Bv}^2 = \frac{36,91 - 22,51}{4} = 3,60$$

$$78,63 - 36,91$$

$$\sigma_B^2 = \frac{78,63 - 36,91}{100} = 0,42$$

A variância média é dada por:

$$V_y = \frac{\sigma^2 + n \sigma^2 Bv + n t \sigma^2 B}{rnt}$$

$$V_y = \frac{\sigma^2 + n \sigma^2 Bv + nt \sigma^2 B}{rnt} =$$

$$\frac{\sigma^2}{rnt} + \frac{\sigma^2 Bv}{rt} + \frac{\sigma^2 B}{r}$$

e sua estimativa por:

$$\hat{V}_y = \frac{\sigma^2}{rnt} + \frac{\sigma^2 Bv}{rt} + \frac{\sigma^2 B}{r}$$

Conhecendo-se σ^2 , $\sigma^2 Bv$ e $\sigma^2 B$ é possível estimar as variâncias de médias obtidas com diferentes valores de r , n , t e comparar a eficiência de diversos tamanhos de parcelas

O tamanho ideal de parcela foi determinado usando a fórmula clássica de Smith que leva em conta os custos proporcionais ao número de parcelas por tratamento, K_1 , e a área por tratamento K_2 . Neste processo foi estimado o coeficiente de correlação, b , a partir dos dados experimentais que é uma medida da variabilidade do solo (10).

Procurando manter fixo o número de cafeeiros ou a área para diversos números de variedades, procurou-se

a eficiência dos 3 tamanhos de parcelas, através dos cálculos da quantidade de informação dada pelos inversos das variâncias. A eficiência foi definida pela relação das quantidades de informação, tomando-se como 100 por cento referente a parcela de 1 cafeeiro

Resultados

Os valores de d diferença mínima detectável ao nível de 5 por cento de probabilidade, para diferentes números de variedades, t de plantas por parcela n e número de repetições são apresentados no Quadro 1. Conforme pode ser verificado, a partir de um número de repetições o acréscimo na eficiência do experimento é pouco afectado pelo aumento do tamanho da parcela ou no número de variedades. No Quadro 2 para cada um dos valores de d , conservando-se fixo o número total de cafeeiros ou seja a área experimental. Verifica-se que, usando 20 a 40 variedades no experimento, pode-se detectar diferenças desejáveis usando uma cova por parcela e 6 repetições

No Quadro 3 são apresentadas as variâncias de médias com diversos valores de t , n e r , com base na teoria de componentes de variância. No Quadro 4 as eficiências relativas aos 3 tamanhos de parcelas, para uma área experimental fixa e número de variedades variável. Da mesma forma verifica-se que para 20 a 40 variedades, 6 a 12 repetições com uma cova por parcela, oferecem eficiência suficiente para os níveis de diferença desejável.

Quadro 1—Valores de d diferença mínima detectável ao nível de significância de 5 por cento, em 80 por cento dos experimentos, em função do número de variedades t , número de plantas por parcela, n e número de repetições, r .

Variedades (t)	plantas parcela/ (n)	Número de Repetições (r)						
		2	3	4	5	6	8	12
5	1	14.25	9.66	7.71	6.65	6.00	4.96	3.78
	2	12.62	8.21	6.57	5.65	5.09	4.15	3.22
	4	10.32	6.72	5.38	4.62	4.17	3.45	2.62
10	1	12.78	8.48	7.01	6.12	5.71	4.37	3.53
	2	10.85	7.19	5.95	5.20	4.88	3.71	3.00
	4	8.10	5.89	4.88	4.01	3.89	3.01	2.45
20	1	10.35	7.30	6.18	5.55	4.99	4.33	3.49
	2	8.79	6.50	5.25	4.70	4.24	3.68	2.97
	4	7.19	5.07	4.29	3.84	3.47	3.00	2.42
40	1	9.26	8.74	6.12	5.42	4.95	4.28	3.52
	2	7.86	7.12	5.19	4.60	4.50	3.63	2.98
	4	6.43	6.08	4.25	3.77	3.41	2.97	2.44

Quadro 2 — Valores de d diferença mínima detectável para diversos números de variedades, t , de plantas por parcela n e número de repetições, r , conservando-se fixo o número total de cafeeiros (área experimental) Quanto menor o valor de d mais eficiente é o experimento.

Seleções	Parcela	Repetições	d
n	n	n	
5	1	12	3,78
5	2	6	5,09
5	4	3	6,72
10	1	12	3,53
10	2	6	4,88
10	4	3	5,89
20	1	12	3,49
20	2	6	4,24
20	4	3	5,07
40	1	12	3,52
40	2	6	4,50
40	4	3	6,08

No Quadro 5 são apresentados os cálculos para estimar-se o valor de b da fórmula de Smith e o tamanho ideal de parcela, considerando-se como iguais os custos proporcionais ao número de parcelas K_1 e área da parcela por tratamento K_2 . Neste caso, a estimativa que oferece maior eficiência é baseada em duas por cova.

Discussão

Os resultados já obtidos no programa de melhoramento têm revelado a eficiência da metodologia usada. Para a execução desses trabalhos, parcelas de tamanho variável e número de repetições igualmente variável eram usados. No geral, eram avaliadas de 20 a 30 plantas por progênies ou variedades. Esse número de plantas vinha sendo usado desde o início dos trabalhos. Dessa forma estabelecia uma interdependência entre o número de repetições e o número de covas por parcela.

No presente trabalho procurou-se estimar a eficiência da metodologia por processos diferentes. Essa avaliação torna-se essencial a medida que os custos vão se tornando crescentes e a amplitude das diferenças a serem detectadas cada vez menor. Dessa forma para qualquer número de variedades a ser testado, considerando-se a área experimental fixa, a parcela com uma única cova mostrou-se mais eficiente, confirmando estudo anterior (7). Todavia, no caso das parcelas unitárias a eficiência pode ser melhorada pelo aumento do

Quadro 3 — Variância de médias para valores diferentes de r , número de repetições, n número de cafeeiros por parcela e t número de variedades

variedades (t)	plantas/parcela (n)	Repetições (r)							
		2	3	4	5	6	8	12	
5	1	2,82	1,88	1,40	1,12	0,94	0,70	0,46	
	2	1,69	1,13	0,84	0,67	0,56	0,42	0,29	
	4	1,13	0,71	0,56	0,45	0,38	0,28	0,19	
10	1	1,51	1,01	0,75	0,60	0,51	0,38	0,26	
	2	0,96	0,63	0,47	0,37	0,32	0,24	0,16	
	4	0,67	0,45	0,33	0,26	0,22	0,16	0,12	
20	1	0,86	0,57	0,43	0,34	0,29	0,21	0,15	
	2	0,58	0,39	0,29	0,23	0,19	0,14	0,10	
	4	0,44	0,29	0,22	0,18	0,15	0,11	0,08	
40	1	0,54	0,36	0,27	0,21	0,18	0,13	0,09	
	2	0,40	0,26	0,20	0,16	0,13	0,10	0,07	
	4	0,32	0,22	0,16	0,13	0,11	0,08	0,05	

$$V_y = \frac{22,51}{rtn} + \frac{3,60}{rt} + \frac{0,42}{r}$$

Quadro 4—Eficiência de diversos tamanhos de parcela (n) 1, 2 e 4 cafeeiros, para diferentes números de variedades (t) e repetições (r).

Variedades	Covas/parcela	Repetições	Variância (V _y . . .)	Eficiência %
5	1	12	0,46	100,0
	2	6	0,56	79,1
	4	3	0,78	63,6
10	1	12	0,26	100,0
	2	6	0,32	81,1
	4	3	0,46	56,4
20	1	12	0,15	100,0
	2	6	0,19	78,9
	4	3	0,29	51,7
40	1	12	0,09	100,0
	2	6	0,13	69,2
	4	3	0,21	42,8

$$Ef = \frac{1}{V_y \cdot i} \quad i = 2,1 \text{ sendo} \quad \frac{1}{V_y \cdot i} = 100$$

número de variedades ou de progênies. Essa tendência é mais visível na estimativa feita usando as variâncias médias.

Por outro lado, quando o custo operacional do experimento é levado em conta, parcelas de duas covas tornam mais eficientes. É evidente que neste caso, considera-se que os componentes do custo total proporcionais a área da parcela são semelhantes ao número de parcelas.

A análise apresentada é extremamente valiosa na orientação da experimentação, visando o melhoramento de plantas perenes. O custo da experimentação aliado ao número de anos que o ensaio deve ser mantido exige que o planejamento ofereça a possibilidade de máxima eficiência em detectar as diferenças dos genótipos. A medida que a variabilidade do material genético vai reduzindo, mudanças no tamanho do experimento devem ser feitas. Todavia, os resultados apresentados indicam que o aprimoramento será alcançado, aumentando-se o número de variedades ou progênies e de repetições de parcelas com uma única cova.

Retorno

No presente trabalho é apresentada uma pesquisa visando determinar o tamanho ideal da parcela para experimento sobre seleção de café. Foram utilizados os dados de produção de experimento com 25 linhagens e progênies de cafeeiros instalados segundo um delineamento em "lattice" balanceado com 6 repetições de seis anos sucessivos. No presente estudo foi utilizado o modelo em blocos ao acaso, com 4 sub-unidades por parcela, que se referem aos cafeeiros que a constituem.

Quadro 5—Cálculo do valor de b, conforme Koch e Rigney (10)

Tamanho da Parcela	Variância		Unidades (x)	Variância V(x)	log Vx (y)	log x (x')
	Estimada	Calculada				
Blocos	78,63	78,63	n° 100	0,79	-0,10237	2
Parcelas (blocos)	44,29	38,31	4	9,58	0,98137	0,6021
Plantas (parcela)	22,51	26,44	1	26,44	1,42226	0

$$b = \frac{-1,60990}{2,1055} = -0,76 \approx -0,70$$

$$X = \frac{b K_1}{(1-b)K_2} = \frac{0,70}{0,30} = 2,3 \approx 2 \text{ cafeeiros}$$

$$K_1 = K_2 = 0,50$$

$$b = \text{Coeficiente de regressão } y/x'$$

Foram utilizados tres métodos: a) através da fórmula de Harris *et al*, que pesquisou a eficiência em função da magnitude da diferença detectável ao nível de 5 por cento em 80 por cento dos experimentos realizados; b) a través da teoria dos componentes de variação; c) através da fórmula de Smith baseada no valor de b, que é uma função de heterogeneidad do solo

Para qualquer número de variedades a serem testadas, considerando-se a área experimental fixa, a parcela com um cafeeiro é a mais eficiente. O uso de parcelas unitárias torna-se mais eficiente à medida que cresce o número de variedades. Todavia, levando-se em conta os custos da condução do experimento, a parcela com dos cafeeiros seria a recomendada, admitiendo-se serem iguais os custos proporcionais a área da parcela e ao número de tratamentos.

Literatma citada

- 1 AMARAL, EDILBERTO Tamanho e forma das parcelas em experimentação com cafeeiro. Seminários de Estatística USP (4^o, 5^o e 6^o) pp 102-130
- 2 ARRUDA, H VAZ de Aplicação da análise de covariância, num estudo sobre tamanhos de canteiros para experiências com cafeeiros Bragantia 19(1):V, 1960
- 2 CARVALHO, A, SCARANARI, H J, ANTUNES, H e MONACO, L.C. Melhoramento do cafeeiro XXII - Resultados obtidos no ensaio de seleções regionais de Campinas Bragantia 20:711-740, 1961
- 4 CARVALHO, A ; MONACO, L.C. e CAMPANA, M P Melhoramento do cafeeiro XXVII - Ensaio de seleções regionais de Jau Bragantia 23:129-142 1964
- 5 ————— MONACO, L. C. e ROCHA, T R Melhoramento do cafeeiro XXVIII - Ensaio de seleções regionais em Mococa Bragantia 24: 9-27 1965 1965
- 6 ————— MONOCO, L. C. e FAZUOLI, L.C. Melhoramento do cafeeiro XXXV - Altura e produtividade das plantas e características das sementes de progênies e híbridos de café plantados a uma e quatro plantas por cova Bragantia 34:295-308 1975
- 7 FAZUOLI, L.C.; MONACO, L.C e CARVALHO, A Número de covas por parcela em experimentos de melhoramento do cafeeiro Ciencia e Cultura 26: 245, 1974.
- 8 FRAGA, C.G ; CONAGIN, A e ARRUDA, H VAZ de Eficiência de canteiro para experimentação com cafeeiro Décimo Seminário de Estatísticas - USP pp 63-68
- 9 ————— e CONAGIN, A. Delineamentos e análises de experimentos com cafeeiros Bragantia 15:177-191, 1956
- 10 KOCH, E.J e RIGNEY, J.A. A method of estimating optimum plot size from experimental data Agronomy Journal 43:17-21, 1951
- 11 NESBITT, WILLIAM B e KIRK, HERBERT J. Effect of plot size and number of replicat ons upon the efficiency of Muscadine grape cultivar trials, Journal of The American Society Horticultural Science 97: 639-641, 1972
- 12 SCARANARI, H. J. Espaçamento das mudas de café na terra Bragantia 15:347-352, 1956

Reseña de Libros

Otros libros recibidos

ROCA, SERGIO Cuban economic policy and ideology; the ten million ton sugar harvest Beverly Hills and London, Sage 1976 70 p US\$ 3.00 (Sage Professional Papers in International Studies, Series N° 02-044, vol. 4).

Analiza el fracaso de la cosecha azucarera cubana en 1970 y los factores que causaron ese fracaso. 1) Fracaso es definido como: déficit de la producción que puede ser explicado por inversiones industriales y administración industrial; y 2) fracaso real: los extremadamente altos costos de oportunidad concurrentes, *ie*, las pérdidas severas en la producción en la mayor parte de los sectores no azucareros. Estas resultaron en parte por la mano de obra que se destinó a labores de cosecha debido a ineficiencias en el sector agrícola. Los datos de producción para 1952-70 son tomados de la *Revista Semanal Gramma* y otras fuentes cubanas.

El autor está en la Universidad de Adelphi, en New York

SAMUELSON, PAUL A. Economics. 10th ed New York, McGraw Hill, 1976 917 p US\$ 13.95

La décima edición de este texto clásico de pre-grado mantiene su tradición de ser revisado frecuentemente para mantenerse al día ante las condiciones y estadísticas cambiantes. La última mitad de la Segunda Parte, sobre macroeconomía, ha sido completamente reescrita para reflejar la presión de nuevos eventos desde 1973 y las cambiantes concepciones teóricas que los acompañan. El capítulo sobre agricultura ha sido revisado para subrayar el problema actual de la agricultura: la escasez. La Quinta Parte ha sido rehecha completamente para tomar en cuenta las revisiones operadas en el sistema monetario internacional. Varios capítulos de la Sexta Parte han sido rehechos para reflejar el impacto de la actual crisis económica sobre la distribución de los ingresos y sobre los intentos de mejorar el ambiente. Se enfatiza la nueva "microeconomía", la que incluye la economía del tiempo, capital humano, y la economía doméstica. Se presta especial atención al problema mundial de la "estanflación". Peter Temin puso al día el material estadístico. La *Study guide*, preparada por Romney Robinson para acompañar este texto, ha sido también completamente revisada. Tiene índice de materias, excelente como siempre. El autor, un Premio Nobel en economía, está en el Massachusetts Institute of Technology.

Variation and correlations of some pod and bean values in cacao (*Theobroma cacao* L.) with reference to the parental effects on fruit setting and bean number^{*1/}_____

A B ESKES**, M. A BEEK**, H TOXOPEUS***

RESUMO

Os frutos analisados foram obtidos em dois experimentos de polinização controlada. O origem do pólen afetou significativamente o pegamento, assim como o número de sementes por fruto. O clone SCA 12 se mostrou menos sensível, que os demais clones, ao pênco fisiológico que ocorre 7 semanas após as polinizações.

Foram estudadas neste trabalho 7 características inerentes aos frutos e sementes e analisados os coeficientes de correlação. O rendimento em sementes secas por fruto estava melhor relacionado com o número do que com o peso médio das sementes, por fruto. Nos frutos com um número de sementes relativamente alta, porém, o peso médio assume maior importância, estando mais ligado a outros fatores tais como, o peso fresco do fruto e o peso seco do pericarpo.

Introduction

INFORMATION from the literature indicates, that the percentage of fruit setting might be an important factor in determining yield of certain cacao populations. Vello (8) shows a significant effect of the pollen source on the success of hand pollinations, and the observed differences were also related to the percentage of ripe fruits harvested. Opeke and Jacob (3) recorded a high correlation between fruit set and the number of fruits harvested, and

this latter character was also significantly affected by either the male or female parent.

Correlation studies on pod and bean values will supply a better understanding of fruit growth and might be of interest for selection work. Esquivel and Soria (1) demonstrated that during the first years of production the cacao yield of individual trees in hybrid progenies is directly related to the number of pods, which permits to simplify selection for yield within hybrid progenies. Ruinard (4) studied variation and correlations within and between trees of 50 different genotypes. The results provided also better criteria for mother tree selection. Van der Knaap (2) studied 50 fruits of each of 5 different clones and established interesting relations between fruit characters. Toxopeus and Wessel (6) and Ruinard (5) showed a great seasonal influence on pod characters and correlations. In the present work 7 different pod and bean values were studied and correlations between the traits were determined within 5 different clones.

* Received for publication on April 5th 1976.

^{1/} Field research was performed at the Cacao Research Center CEPEC/CEPLAC, in Itabuna, Bahia, Brazil. Elaboration of the results and processing of the data was done at the Agricultural University of Wageningen, as part of the thesis of the first two authors for obtaining the Ir^o degree.

** Graduate students of Wageningen, The Netherlands. Present address of Ir Eskes: Seção de Genética, Instituto Agronômico Campinas, S. P., Brasil.

*** Foundation of Agricultural Crop Breeding, Institute "De Haaff", P. O. Box 117, Wageningen, The Netherlands.

Material and methods

The data presented in this paper are the result of two pollination experiments carried out in 1970 in the clonal garden of the Cacao Research Center CEPEC in Itabuna, Bahia, Brazil. Eight clones were used as parents in each experiment. They were intercrossed 4 by 4 in two reciprocal schemes. The crosses were always made within a few weeks time to avoid the possible effect of the season on the characters. Pollinations were made by hand and to avoid insect visits glass tubes were placed on the flowers before and after pollination. Fruits were harvested at the same phase of ripening, *i.e.* when the yellow colour appears clearly on the greater part of the fruit. Misshapen fruits were excluded from the experiments.

Pollinations of experiment 1 were performed in September 1970, only from 5 clones a sufficient July 1970. Because of a heavy cherrille wilt, occurring number of fruits could be obtained (see Table 1) in order to analyse the records on 7 different pod and bean characters. Dry weights of pod wall, beans and testa (seedcoat without pulp) were taken after oven drying for 48 hours at 105°C. Variation and correlation studies were carried out using the data of all fruits per female clone.

The pollinations of the second experiment were made within two weeks of constant dry weather in December 1970. This permitted for a reliable determination of fruit set, because pollinations use to be less successful on rainy days, like experienced in the

Table 1.—Number of pods (P) and beans (B) per clone used for calculations of variation and intercorrelation of fruit and bean characters.

	SIAL 105	SIAL 169	SIC 802	SIC 806	Total number of pods analysed
IMC67 P	15	15	6	13	49
B	573	569	233	601	
SCA12 P	13	15	15	13	56
B	253	689	597	493	
ICS1 P	2	0	9	11	25
B	60	0	283	476	
UF677 P	6	11	0	7	27
B	117	428	0	216	
	IMC 67	SCA 12	ICS 1	UF 677	Total number of pods analysed
SIAL105 P	13	0	11	9	33
B	222	0	197	152	

Table 2.—Differences in % of surviving fruits due to a heavy cherrille wilt, that occurred 7 weeks after the time of pollination of experiment 2

	number of fruits 5 weeks after pollination	% of surviving fruits 8 weeks after pollination
SIAL 161	364	0.0
SIC 831	266	2.3
SCA 12	261	11.8
ICS 47	275	6.9
UF 613	180	0.0
SIAL 98	318	0.0
IMC 67	210	6.2
TSA 654	165	0.0

first experiment. At least 100 pollinations were realized per cross and each cross on various trees of the female clone. Fruit set was recorded 10 days, 5 weeks and 8 weeks after the date of pollination. A heavy cherrille wilt occurring in February 1970 caused nearly all fruits to die, even though before and after pollination all naturally set fruits were regularly removed from the experimental trees.

*Results**Incidence of cherrille wilt*

The heavy cherrille wilt occurring in February 1971, caused the death of nearly all fruits of experiment 2. However a remarkable tolerance was demonstrated by the SCA 12 clone. After 8 weeks still 41.8 per cent of the fruits were alive, while the other clones showed a nearly complete loss of their fruits (Table 2). Since no important differences in growing conditions or age were present between the clones, this tolerance appears to have a genetical base.

Parental effect on fruit set and number of beans per fruit

During the pollination work of experiment 1 great differences in success were noted depending on the pollinator parent. Specially the pollen of clone SIAL 105 caused very low fruitset percentages of $\pm 25\%$. The other male parents 'SIAL 69', 'SIC 802' and 'SIC 806' on the other hand showed about 60 per cent fruitut. However, due to the rainy wather no reliable countings could be made. When harvesting the fruit of experiment 1 the pollinator 'SIAL 105' also yielded many fruits with particularly low numbers of beans (Fig 1). Statistical analysis showed, that the effect of the 'SIAL 105' clone on bean number was significant at the 5 per cent level.

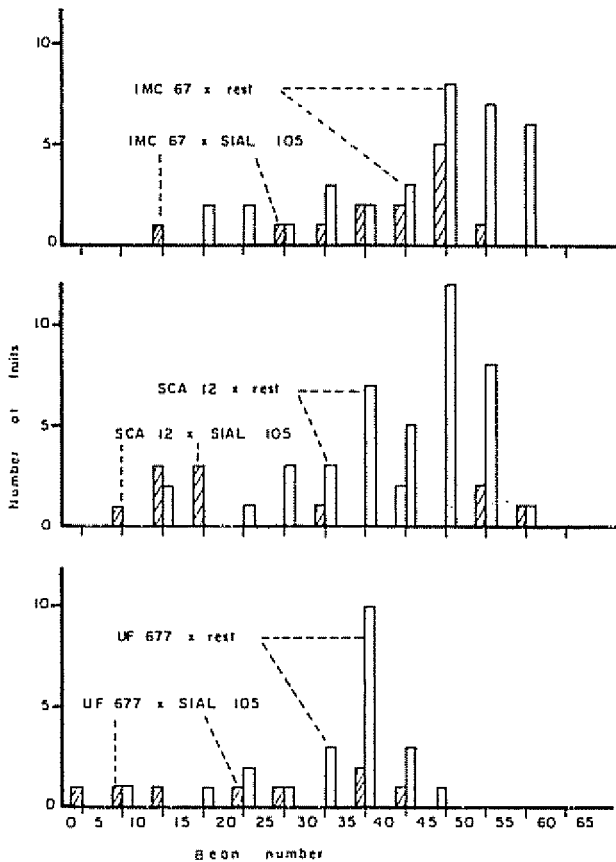


Fig. 1—Frequency distribution of the number of beans per fruit for different crosses. 'SIAL 105' as a male parent is compared to the total result of 3 other pollinators ('SIAL 169, 'SIC 802', and 'SIC 806', which are indicated as 'rest'). Bean-number classes are 0 to 5, 6 to 10 beans etc.

Experiment 2 permitted for accurate determinations of fruit set percentages 10 days after pollination. For both of the two reciprocal pollination schemes the effect of the female parents was not significant. However the pollinator parents showed highly significant effects on fruit set for one of the two crossing schemes (Table 3). The pollen of 'ICS 47' caused average fruit setting of 43 per cent while the other male parents varied from 63 to 80 per cent.

Variation and correlation of some pod and bean characters

One of the characters measured of all beans harvested of experiment 1 was their individual dry weight after having been peeled off. Frequency distributions were drawn for weight classes of 0.05 gram. The curves of all crosses resembled normal frequency distributions. No effect of the male parent on the average dry peeled bean weight was observed, female clones showing main effects. Interesting differences in variation for bean weight between mother clones were

Table 3—Percentage of fruits set ten days after pollination. Cross TSA 654 x SCA 12 appeared to be incompatible, all fruits dropped within 10 days. Figure "a" was estimated by the missing plot technique.

	SIAL 161	SIC 831	SCA 12	ICS 47	average
IMC 67	82	63	82	31	65
UF 631	71	56	59	37	56
SIAL 98	72	73	86	51	71
TSA 654	96	58	a=84	51	72
average	80	63	78	43	

Table 3-a.—Analysis of variance for parental effects on fruit set.

source	df	ms	F	
male parents	3	1207.2	12.14	P<0.005
female parents	3	221.8	2.23	0.10<P<0.25
rest	8	99.4		

noted. Specially 'ICS 1' showed low coefficients of variation (C.V.) of about 8 per cent. The other clones were more variable with C.V. values of 12 to 19 per cent.

Furthermore the next 7 different pod and bean characters were determined:

- 1—fresh weight per pod (Pfw)
- 2—dry weight of pod wall + central placenta (PWdw)
- 3—number of beans per pod (N)
- 4—fresh weight of all beans + pulp per pod (bdw)
- 5—dry weight of all peeled beans per pod (Bdw)
- 6—average dry weight of peeled beans per pod ($\bar{B}dw$)
- 7—percentage of testa per pod

$$\left(\frac{\text{dry weight testa}}{\text{dry weight testa + beans}} \right) \times 100\% = \%T$$

Table 4.—Correlation coefficients between some pod and bean characters. For explanation of the codes for the traits see text. Levels of significance are indicated by one or two dots (1 and 0.5% levels respectively)

character	N x P fw	N x PW dw	N x B dw	N x b dw	b dw x P fw	b dw x PW dw	b dw x B dw	b dw x % T
IMC 67	0.73	0.42	0.82	-0.43	0.16	0.50	0.13	0.21
SCA 12	0.44	0.40	0.95	-0.61	0.10	0.34	-0.33	0.21
ICS 1	-0.06	-0.14	0.83	-0.20	0.56	0.61	0.38	0.16
UF 677	0.71	0.54	0.96	-0.17	0.38	0.47	0.08	0.19
SIAL 105	0.64	0.54	0.83	0.15	0.65	0.56	0.66	-0.07

Variation of most characters was high. Character 1, 2, 3, 4 and 5 varied in their C. V. values from 15 to 41 per cent, but the average dry bean weight and the percentage of testa showed considerable smaller variation (C. V. from 9 to 18%). Interesting differences between clones were noted. 'ICS 1' appeared to regulate its characters more narrowly with C. V. values being about half of the C. V.'s of the other clones. 'U. F. 677', on the contrary, was the clone showing the highest C. V. values, being nearly always over 35 per cent.

Correlation coefficients were calculated between all characters measured. They appeared to be positive and significant for all possible combinations of characters 1 to 5. This is to be expected since one trait is part of the other. However it is interesting to note, that the number of beans is closely related to many fruit characters. Table 4 shows e.g. a high correlation of

bean number (N) to the dry cacao production per pod (Bdw). It appeared, that the average bean weight (bdu) is less important in determining dry cacao production per pod, being a rather constant and independent character. This is demonstrated by the low correlations of this trait with pod weight (Pfw) and number of beans per pod (N). However, two clones notably have significant negative correlations for bdu x N. Differences between clones existed also for other correlations.

The number of beans appeared to be positively related to the weight of the pod wall (N x PWdw). However also the average bean weight showed positive and often significant correlations with the dry weight of the pod wall (bdw x PWdw). This seems to indicate that the average bean weight is partly dependent on the same physiological conditions that regulate the growth of the pod wall.

Table 5.—Correlation coefficients calculated for two groups of fruits: (a) the pods with less, and (b) the pods with more beans than the average number per clone. For explanation of the code for the characters see text. The level of significance is indicated by one or two dots (1 and 0.5% level respectively).

Characters	N x B dw		b dw x B dw		b dw x P fw		b dw x PW dw	
	less	more	less	more	less	more	less	more
IMC 67	0.81	0.30	0.36	0.81	0.44	0.63	0.64	0.74
SCA 12	0.98	0.47	-0.14	0.71	0.23	0.72	0.40	0.71
ICS 1	0.87	0.28	0.29	0.90	0.39	0.71	0.37	0.79
UF 677	0.99	0.60	0.16	0.77	0.26	0.82	0.29	0.80
SIAL 105	0.66	0.58	0.48	0.87	0.50	0.73	0.58	0.49

Of further interest is the lack of correlation between average bean weight and percentage of testa ($bdw \times \%T$). A negative correlation was expected, since the bean surface should increase less than the bean volume with increasing bean weight.

Influence of the bean number per pod on some correlations

Some correlations between the traits have been recalculated for fruits with relatively few and fruits with relatively many beans. The fruits were divided into two groups: (a) the ones with less beans and (b) the ones with more beans than the average number of the particular clone. By this way of recalculation some interesting changes in correlations appeared (Table 5). While Table 4 shows, that the dry cacao production per pod is mainly dependent on the number of beans, from Table 5 it is clear that the average bean weight also plays an important role. The correlation of $Bdw \times bdw$ is very positive and significant for the group of fruits with more beans than the average number.

Furthermore the average bean weight (bdw) is considerably closer related to Pfw and $PWdw$ for the group of fruits with many beans, than for the group with low bean numbers.

Discussion and conclusions

Toxopeus and Jacob (7) suggested that insufficient natural pollination may account for low fruit set percentages and fruits with low number of beans as shown by a skew frequency distribution of the bean number per fruit. The fruits obtained by controlled hand pollinations in our experiments showed a similar shape of distribution. Low number of beans in this case might be related to differences in pollination success as affected by the weather conditions. From field observations we concluded, that specially on rainy days the success was very low. Secondly the male parent appeared to have a significant effect on the fruit setting, which is in accordance with the results of Vello (8). Also the number of beans per pod differed significantly between male parents, indicating that genetical differences in pollen fertility might exist. In the study of Vello (9) the pollen source did not affect the bean number; however he compared only two clones in his experiment. Since the yield of cacao trees could be well affected by pollen fertility, research in this direction might be valuable.

In the correlation study special attention was paid to the factors related to the production of dry cacao per fruit. Van der Knaap (2) and Ruinard (4) found, that within clones both the average bean weight and the number of beans will determine the dry cacao production per pod. In our experiment the number of beans generally showed to be of major importance. However we have seen, that in fruits containing rela-

tively many beans the average bean weight becomes the main factor.

Average bean weight, according to many authors, is a rather independent character (2,4 and 6). These authors found e.g. non-significant correlations between average bean weight and number of beans per pod. Present work indicates, however, that differences between clones must be expected. Two of the 5 clones showed significant negative correlations. Also highly positive correlations were found between average bean weight and pod weight for fruits with relatively many beans. The conclusion may be that the physiological conditions controlling fruit growth may limit growth of individual beans, specially when many beans are present.

Of further interest is the observed tolerance of the 'SCA 12' clone to the physiological phenomenon of cherelle wilt. Maybe also due to this character 'SCA 12' appeared to be an important parent clone for the productions of high yielding hybrids.

Summary

Fruits obtained from two pollination experiments were analysed for various characters. Differences in fruit setting and bean number per pod were significant between male parents, indicating genetical differences in pollen fertility. When a heavy cherelle wilt occurred 7 weeks after pollination, the only clone showing considerable tolerance was 'SCA 12'.

Correlations between 7 pod and bean characters have been determined within 5 clones. Generally dry bean production per pod was closer related to bean number, than to the average bean weight. However, in fruits with a relatively high number of beans the average bean weight is of major importance. In this group of fruits the average bean weight becomes a less independent character, showing high correlations with pod weight and dry weight of the pod wall.

Acknowledgements

We are very grateful to the directors of CEPEC, Dr. P. de T. Alvim and Dr. F. Vello, who made it possible for us to execute our experiments as graduate students at the Cacao Research Center in Itabuna, BA, Brazil. Ir. L. R. Verdooren of the Agricultural University in Wageningen, Holland, has been helpful in processing the data for the correlation studies with the aid of a computer.

Resumen

Se analizaron varios caracteres de frutos de cacao de dos experimentos de polinización en Itabuna, Brasil. Las diferencias en el cuajado de frutos y número de almendras por mazorca fueron significativas entre los progenitores masculinos, lo que indica diferencias genéticas en fertilidad del polen. Cuando ocurrió una

marchitez cherrille intensa, siete semanas después de la polinización, el único clon que mostró considerable tolerancia fue 'SCA 12'.

Se han determinado en cinco clones correlaciones entre siete caracteres de mazorca y almendras. Por lo general, la producción de almendras secas por mazorcas estuvo más estrechamente relacionada al número de almendras, que al peso promedio de la almendra. Sin embargo, en frutos con un número relativamente alto de almendras, el peso promedio de la almendra es de la mayor importancia. En este grupo de frutos, el peso promedio de la almendra se vuelve un carácter menos independiente, y muestra altas correlaciones con peso de la mazorca y con el peso seco de la pared de la mazorca.

Literature cited

1. ESQUIVEL, O and SORIA V., J. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclonales de cacao Cacaó (Costa Rica) 12 (1): 1-8. 1967.
2. KNAAP, W. P. van der. Selectie ten behoeve van de ondernemingen. In Handleiding voor de cacao-cultuur en cacao-herleiding C.P.V. Bogor, Indonesia. 1953.
3. OPEKE, J. and JACOB, V. J. Preliminary observations on 106 crosses from a diallel crossing programme in *Theobroma cacao* L. Conferencia Internacional de Pesquisas em Cacao, Salvador, Brazil. 1969. pp. 9-1-97.
4. RUINARD, J. Variability of various pod characters as a factor in cacao selection. Euphytica 10: 13-1-1-16. 1961.
5. ———. Seasonal influences upon the pod weight of cacao and their consequences for selection. Euphytica 13: 19-23. 1964.
6. TOXOPEUS, H. and WESSEL, M. Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria I. Environmental effects on West African Amelonado with particular attention to annual rainfall distribution. Netherlands Journal of Agricultural Science 18: 132-159. 1970.
7. ——— and JACOB, V. J. Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria II. Number of beans per pod, with special reference to the natural pollination process. Netherlands Journal of Agricultural Science 18: 188-194. 1970.
8. VELLO, F. Influência da origem do pólen na produção do cacau. Revista Theobroma 1(1): 7-14. 1971.
9. ———. Influência da origem do grão de pólen sobre alguns caracteres fenotípicos do fruto de cacau (*Theobroma cacao* L.). Revista Theobroma 1(3): 3-10. 1971.

Reseña de Libros

Otros libros recibidos

SALAZAR C., ENRIQUE, GUERRA, M. de S. e SILVEIRA, C. D. da. Manual de insecticidas e acaricidas; aspectos toxicológicos. Pelotas, Brasil, Editora Aimara, 1976. 351 p.

Este libro es bastante oportuno por contener la información que el agrónomo consultor o administrador de fincas necesita tener a la mano en el desempeño de su labor. Se pueden encontrar datos toxicológicos en manuales en inglés, pero no conocíamos un manual en uno de los idiomas ibéricos (en este caso, el portugués técnico es casi indistinguible del español).

El libro incluye 132 insecticidas y 25 acaricidas, más coadyuvantes, agrupados en grupos químicos como clorados, fosforados, carbamatos, vegetales, fumigantes, etc. Para cada producto, además de la sinonimia y datos químicos, presenta toxicidad en dosis letal DL

50, tanto oral como dermal, poder residual, modo de acción, tolerancia, y dosis para los usos principales. Los autores pertenecen al cuerpo docente de la Facultad de Agronomía Eliseu Marciel de la Universidad Federal de Pelotas.

Creemos que el librito merece una buena difusión, por su utilidad práctica y que tenga más de una edición. Así habrá oportunidad de incluir los insecticidas minerales como los arseniatos de plomo y de calcio, todavía muy usados, y al HCN como fumigante.

También se debe poner en la bibliografía el libro de W. T. Thomson, del cual se ha tomado una tabla de DL 50 y al que se menciona como fuente de los datos de toxicidad de varios compuestos. En uno de estos cuadros la rotenona figura como altamente tóxica, cuando hay textos que la consideran inocua para mamíferos.

Algunas fórmulas estructurales no corresponden al nombre químico. Para el Aramite (p. 294) por ejemplo en su estructura falta un múltiplo 3 para el primer CH₃, y aparece como fosfito en lugar de sulfito.

Comunicaciones

Respiration in the mature embryos of coffee*

Sumario. Se estudiaron el consumo de oxígeno (QO_2) y el cociente respiratorio (RQ) en los embriones de 15 tipos de café. Los valores QO_2 mostraron una relación inversa a sus pesos. Los valores RQ más alto que se registraron pueden ser debidos a la intervención de productos intermedios del ciclo TCA como substratos respiratorios. Los datos obtenidos eliminan a la fermentación como un evento natural en la respiración del embrión.

Respiratory studies on embryos is meagre (1, 7). Though Kandler (3) and Massart and de Ketelaere (5) have studied respiration employing embryos of different plants, no work has been done on those of coffee. The present study attempts to fill this lacuna.

Method

About 7 month old fruits of some coffee species, varieties and hybrids formed the materials of this investigation (Refer Table 1 for details). The fruits were hand picked prior to experimentation. Embryos were excised by cutting open the fruits longitudinally with a scalpel. Of the two embryos thus removed from each fruit, one was used for the measurement of respiration (QO_2) and the other for the determination of respiratory quotients (RQ). They were immediately weighed and transferred to 15 ml Warburg vessels. Water was added to the flasks so that a final volume of 3 ml was maintained. The central well of each flask contained a fluted filter paper (2 x 2 cm) placed either in 0.2 ml of water or an equal volume of 10% KOH. The flasks were shaken at the rate of 100 excursions per minute in a Braun apparatus. They were equilibrated for 10 minutes at $28 \pm 1^\circ C$ before the readings

were recorded. Two thermobarometers were run for each experiment. When it was designed to study substrate oxidations, a sodium salt of the substrate ($10 \mu M$) neutralized to pH 7 was tipped from the side arm at an appropriate time. No sparker acid was used.

Results

Table 1 shows the dry weights, QO_2 and RQ values of the coffee embryos studied. *C. congensis* and *C. excelsa* gave the highest and lowest dry weights per embryo respectively. *C. excelsa* recorded the highest QO_2 whereas it was lowest in *C. arabica* S 288. The materials chosen for this study showed RQ values ranging from 1.2751 (*C. canephora* S 274) to 1.7485 (*C. salvatrix*) and were thus consistently higher than unity.

Table 2 lists the QO_2 as well as the RQ values of *C. canephora* S 274 under two different conditions: one, conditions conducive to aerobic respiration (21% O_2) and two, conditions causing fermentation (5% O_2). The QO_2 and RQ values under oxygen tension were respectively 34.92% and 188.79% of the controls. In another experiment where several Krebs cycle intermediates and fructose diphosphate were supplied exogenously, the values of QO_2 and RQ were interesting (Table 3). With the exception of succinate, all the exogenously added substrates produced QO_2 values much lower than the controls. Succinate showed the highest recorded QO_2 (2.4898) and lowest RQ (0.6983) in contrast to oxaloacetate with which a QO_2 of 1.4362 and RQ of 1.5865 have been recorded. The RQ of fructose diphosphate was near unity (1.0340).

Discussion

The QO_2 values obtained with different coffee types seem to be no more significant than bringing out a rough inverse relationship between the respiratory

* Approved for publication November 8, 1976. We are beholden to Mr. M. S. Srinivasan and Mr. K. Suryakantha Raju for their help and cooperation extended to us in this study.

Table 1— QO_2 and RQ values and dry weights of the mature embryos of some coffee species. — (mean of 4 replications)

Species	mg. dry wt./embryo	QO_2	RQ
1 <i>C. excelsa</i>	0.2912 ± 0.0106	2.7677 ± 0.1923	1.6235 ± 0.0980
2 <i>C. eugenoides</i>	0.3900 ± 0.0209	2.2331 ± 0.0806	1.6765 ± 0.0559
3 <i>C. stenophylla</i>	0.5524 ± 0.0240	2.0403 ± 0.0223	1.6101 ± 0.0181
4 <i>C. canephora</i> S. 274	0.5042 ± 0.0309	1.9973 ± 0.0965	1.2751 ± 0.0171
5 <i>C. sativatrix</i>	0.3308 ± 0.0166	1.7598 ± 0.1313	1.7485 ± 0.0320
6 <i>C. arabica</i> Kents	0.5712 ± 0.0401	1.6351 ± 0.1868	1.4849 ± 0.1213
7 <i>C. bengalensis</i>	0.4758 ± 0.0035	1.3869 ± 0.0838	1.5871 ± 0.0590
8 <i>C. arabica</i> S. 795	0.6775 ± 0.0086	1.3690 ± 0.0650	1.3133 ± 0.0762
9 Híbrido de Timor	0.7720 ± 0.0200	1.3214 ± 0.0660	1.4552 ± 0.0552
10 <i>C. arabica</i> San Ramón	0.7558 ± 0.0150	1.3053 ± 0.0212	1.4515 ± 0.0071
11 Robusta X arabica	0.7329 ± 0.0154	1.2424 ± 0.0265	1.3105 ± 0.0050
12 Devamachy	0.8720 ± 0.0234	1.1588 ± 0.0725	1.4815 ± 0.0384
13 <i>C. congenita</i>	1.1108 ± 0.0220	1.1030 ± 0.0799	1.6398 ± 0.0780
14 <i>C. arabica</i> 'Ciocci'	1.0929 ± 0.0122	1.0585 ± 0.0559	1.4570 ± 0.0914
15 <i>C. arabica</i> S. 288	0.8220 ± 0.0117	0.9352 ± 0.0274	1.3847 ± 0.0274

rates and embryo weights (Table 1). The respiratory quotient also showed variation from 1.2751 to 1.7485 with the materials studied. This is in accordance with the earlier work of Kandler (3) and Massart and de Ketelaere (5) who recorded RQ values of 1.2 and 1.5 in other embryos.

The significance of this work lies in that the RQ values are considerably higher than unity. This indicates that the metabolism of embryos is not characterized by either hexose monophosphate shunt or glyoxylate bypass because these pathways would result in lowered RQ values of 1.0 and 0.67 respectively (8). It follows that in the respiration of these embryos, either substrates of higher oxidation like TCA cycle intermediates are involved or carbon dioxide is anaerobically generated (8). If there had been anaerobic

respiration and a consequent oxidation of the accumulated fermentation products, then oxygen debt and Pasteur effect would have been evident (9). But no such oxygen debt was observed when the system equilibrated with the ambient atmosphere (Fig. 1)

Table 3.—Effect of some Krebs cycle intermediates and fructose diphosphate on respiration of the mature embryos of *C. canephora* 'S. 274' (Mean of duplicate experiments).

Substrate added	QO_2	RQ observed	RQ expected*
1 None	2.1677	1.2436	—
2 Citrate	1.6899	1.3421	1.33
3 Cis-aconitate	1.6503	1.3647	1.33
4 Isocitrate	1.6756	1.3670	1.33
5 Oxoglutarate	2.0476	1.1896	1.25
6 Succinate	2.4898	0.6983	1.11
7 Fumarate	1.6129	1.3396	1.33
8 Malate	1.6206	1.1128	1.33
9 Oxalacetate	1.4362	1.5865	1.60
10 Fructose diphosphate	1.8499	1.0340	1.00

* From M. Thomas (8)

Table 2.—Respiratory behaviour in the embryos of *C. canephora* 'S. 274' under normal and low oxygen supply.

(Mean of duplicate experiments).

Conditions of the Experiment	QO_2	RQ
1 21% Oxygen (air)	2.1064 (100%)	1.1636 (100%)
2 5% Oxygen + 95% Nitrogen	0.6032 (35%)	2.1968 (189%)

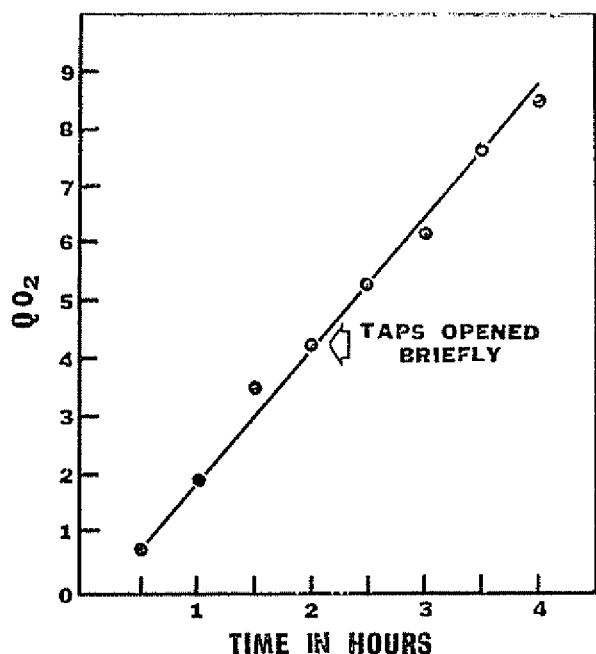


Fig. 1.—Respiratory rates as a function of time in the embryos of *C. canephora* S 274. At 2 hours, the taps have been opened to let in air equilibrated for 5 minutes and readings continued after closing the taps.

When the respiratory behaviour of embryos under conditions of normal air (21% O₂) and low oxygen (5% O₂) was studied, the respiratory intensity under the latter condition was one third of the control and the RQ showed a two-fold increase (Table 2). In both low and normal oxygen supply, the values of RQ should remain the same if a process like fermentation which has no requirement of oxygen had taken place. The fact that the oxygen level influenced the RQ shows that the embryos develop the faculty to ferment if conditions peculiar to this are imposed. In the light of this, the natural process of respiration in these organs appears to be the one with molecular oxygen as a final electron acceptor rather than fermentation.

If fermentation would not explain the high RQ values obtained, the possibility of TCA cycle intermediates playing a part arises. Table 3 shows a broad agreement between the theoretical and observed values of RQ for some TCA cycle intermediates and fructose diphosphate. This indicates that the embryos are capable of complete oxidation of added substrates requiring molecular oxygen as a final electron acceptor. *In vivo* studies concerning the complete oxidation of organic acids are not extensive. Krebs and Eggleston (4) recorded RQ values very close to the theoretical value of 1.2 in the pigeon breast muscle fed with pyruvate. Millerd *et al.* (6) obtained a value of 1.4 for a mixture of malate and pyruvate. The mitochondria extracted from *Arum maculatum* gave RQ values of

1.12 for malate-sparked pyruvate oxidation, 1.30 for citrate, 1.15 for oxoglutarate and 0.38 for succinate oxidation (2). The data summarized in Table 3 vividly expose the dominant role these acids have in the respiration of coffee embryos in general and the elevated RQ values in particular. More work in this direction is necessary to obtain a full picture of the respiratory metabolism of these embryos.

Summary

Oxygen consumption and RQ values in the embryos of 15 coffee types were studied. The QO₂ values showed an inverse relation to their weights. Higher RQ values recorded might be due to the involvement of TCA cycle intermediates as respiratory substrates. The data obtained rule out fermentation as a natural event in the embryo respiration.

November 5th, 1976.

G. SUDHAKARA RAO*

D. VENKATARAMANAN**

K. N. RAO*

* Department of Biology, D. G. Vaishnav College, Madras 600029, India.

** Department of Plant Physiology, CCRI, CRS Post, Karnataka 577117, India.

REFERENCES

- GODDARD, D. R. and BONNER, W. D. Cellular Respiration. In Steward, F. C. ed. Plant Physiology: A Treatise. Academic Press, 1960. Vol. 1A, pp. 209-342.
- HACKETT, D. P. and SIMON, E. W. Oxidative activity of particles prepared from the spadix of *Arum maculatum*. Nature (London) 173: 162-163, 1954.
- KANDLER, O. Über den synthetischen Wirkungsgrad *in vivo* kultivierter Embryonen, Wurzeln und Sprosse. Zeitschrift für Naturforschung 86: 109-117, 1953.
- KREBS, H. A. and EGGLESTON, L. V. The oxidation of pyruvate in pigeon breast muscle. Biochemical Journal 34: 112-149, 1940.
- MASSART, L. and de KETELAERE, F. La respiration et le quotient respiratoire des embryons isolés d'orge. Archives of International Physiology 65: 263, 1955.
- MILLERD, A., BONNER, J., AXELROD, B. and BANDURSKI, R. Oxidation and phosphorylative activity of plant mitochondria. Proceedings of National Academy of Sciences (USA) 37: 855-862, 1951.
- STILES, W. Respiration in seed germination and seedling development. In: Ruhland, W., ed. Encyclopedia of Plant Physiology. Berlin: Springer-Verlag, 1960. Vol. XII-2, pp. 463-492.
- THOMAS, M. The quotient of the respiratory gas exchange (Respiratory quotient). In: Ruhland, W., ed. Encyclopedia of Plant Physiology. Berlin: Springer-Verlag, 1960. Vol. XII-2, pp. 1-22.
- TURNER, J. S. Fermentation in higher plants, its relation to respiration, the Pasteur effect. In: Ruhland, W., ed. Encyclopedia of Plant Physiology. Berlin: Springer-Verlag, 1960. Vol. XII-2, pp. 42-87.
- UMBRIET, W. W., BURRIES, R. H. and STAUFFER, I. F. Manometric techniques. 4th ed. Minneapolis: Burgess Publishing, 1964. 305 p.

Some considerations in hybrid sorghum seed production in Nicaragua

Sumario. Para evaluar los factores que limitan la producción de semilla de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en Chinandega, Nicaragua, se llevaron a cabo ensayos con un cambio en la época del año en que el sorgo usualmente es sembrado en Nicaragua. También se probaron varios espaciamientos de hileras y proporciones de hileras hembras vs hileras machos. Se encontró que tanto el espaciamiento de hileras como las pruebas sobre proporciones de hileras hembras vs machos no resultaron tan importantes como para afectar el establecimiento de semilla. Por lo tanto, se deberán utilizar combinaciones de espaciamiento de hilera y proporción de hileras hembras vs machos que resulten más económicas para la producción de semilla. Pero se encontró que la fecha de la siembra era un factor único que contribuye en gran parte al aumento del rendimiento de semilla. Se recomienda la siembra en campos de semilla bajo la irrigación durante enero-febrero (Verano) para evitar la fumigación aérea de insecticidas a los progenitores maternos de la mayoría de los híbridos del sorgo. La siembra en agosto-setiembre (tierra seca - postrera) deberá probarse en las áreas donde no se cultiva el algodón.

For past several years, private seed companies are trying to produce hybrid sorghum seed in Nicaragua. Though there is no formal report of such activities, to the author's knowledge most of their attempts have failed. It was believed that poor morning winds and high temperature affected pollen dispersal and viability. Also reddish-brown leaf coloration, poor plant growth and panicle development limited female seed yields. Most of these earlier trials, (including one of the author) were planted in August - September (Postrera), usual time commercial sorghum (dryland) is planted in Nicaragua. A few production trials were conducted to further investigate the factors affecting female seed yields in sorghum production fields. This report briefly discusses conclusions drawn from these trials conducted in 1976 at the Tropical Research Station of Pioneer Hi-bred International Inc, located in Chinandega, Nicaragua.

Three of the Pioneer hybrids, W823, 8417 and 8202, recommended for Central America, were chosen for this study. All the three hybrids shared the same male parent ('Restorer'), on three different female parents (A lines). Seeds of all the four parents was obtained from the parent seed division of Pioneer Hi-bred International Inc, in Plainview, Texas.

In order to understand the causes underlying failures in seed production, following variations from the previous production methods were made:

1. Time of planting: Instead of planting rainfed in August-September (Postrera), this trial was planted under irrigation on February the 10th, 1976, (Verano)
2. Ratio of male vs. female rows: Most grain sorghum production fields in U.S. are planted in a ratio of

12:4 of female vs male rows (2). In order to evaluate pollen mobility narrow ratios, such as 2:1, 3:1, 4:2, 6:3 and 6:2, of female vs. male rows were tested

3. Distance between rows: Commercial sorghum is usually planted in Nicaragua at a rate of 25-40 lb per acre, in rows 7"-9" apart without any consideration to the effect of within row plant spacing. On the other hand most commercial US sorghum is planted in 30" and 40" rows with an adjustable seed rate. All the planting in this study was done in rows North-South (across the usual wind direction in the area), by a corn planter using sorghum seed plates, placing seed about 2" apart.

All seed plots covering an area of about eight acres received a total of 120 lb of nitrogen per acre. Plots were irrigated at about 10 days interval. Data were taken on per cent bloom in male and female parent, incidence of diseases, total seed yield. In addition to total seed production, the average seed yield of female and male parent was recorded by drawing 10 random samples of 20 each (row length) from each row.

Due to several reasons, actual data of these trials are not available for publication, but the author strongly felt that the findings of these experiments may prove to be quite valuable to both private and public Central American organizations involved in the Seed Industry. Following conclusions were drawn from these trials:

Per cent bloom data indicated that nicking of the male and female parents for the three hybrids, originally developed for U.S. market, posed no problem in a semi-tropical environment. For 8417 nick was perfect. 8202 female was a few days (3-5 days) earlier and W823 female a few days (3-5 days) later than the male parent. In spite all the three females had fair to good seed set.



Fig 1.—Insecticide leaf burn in a sorghum nursery near Chinandega, Nicaragua



Fig. 2.—A sorghum seed production plot near Chinandega, Nicaragua. Note the centre female rows showing a good seed set.

The reddish brown leaf coloration (Fig. 1) often encountered in 8417 female, was laboratory analyzed and identified as insecticide (Lorsban) burn. It had affected all the three females but to a much lesser extent than that observed in August-September planting. It was noted that the severe leaf burn problem affecting female plants in August-September planting was due to aereo-spray insecticidal drifts from cotton fields. This was avoided in January-February (Verano) planting. It is now thought that all the seed fields planted either in non-cotton growing season or in non cotton growing areas are likely to be free from this problem. However, areas where foliar application of insecticides at earlier stages of plant is required, leaf burn resistant female parents should be developed.

On female parent of all the three hybrids seed set was excellent over what has been observed in previous years (Fig. 2). However, 8417 had better average seed yield (2911 lb ac) than 8202 or W823 females (2038 lb ac). This was largely attributed to, (i) nicking problem and, (ii) comparatively slender panicles in females of W823 and 8202. Nicking problem can be corrected easily by a parent bloom study. This will enhance female seed fields.

Among ratios 2:1, 3:1, 4:2, 6:3, and 6:2 average seed yields were not significantly different, indicating that pollen movement was not a problem. Yield comparisons among female rows adjacent to, and farther from their respective male row, also confirmed this. It is recommended therefore, that wide ratios of 12:4 and 18:6 be tested in Central America.

The 8202 female parent planted in rows 24" apart gave better yields than in rows spaced 18" or 30" apart. But the yield differences were not significant, indicating that the three plant populations were suitable for production. However, narrow row plantings are recommended because they provide better weed control, more effective feeding area around each plant, and a better canopy that lowers soil temperature and decreases evaporation (1). For planting in 18", 24" and 30" rows approximate seed requirements (assuming 25%

stand loss) were 16, 12.5 and 10 lb per acre respectively. However, higher seed rates have been recommended for irrigated sorghum (3). These recommendations should be tested.

May 2nd, 1977.

D. C. SHARMA
DIVISION OF TROPICAL RESEARCH
UNITED FRUIT COMPANY
LA LIMA, HONDURAS

REFERENCES

1. KRAMMER, N. W. and ROSS W. M. Cultivation of grain sorghum in the United States. *In Sorghum production and utilization*. Ed. by Wall and Ross. Westport, Con., Avi, 1970. pp 167-169.
2. QUINBY, J. R. and SCHERTZ, K. F. Sorghum genetics, breeding hybrid seed production. *In Sorghum production and utilization*. Ed. by Wall and Ross. Westport, Con., Avi, 1970. pp 73-117.
3. WORKER, G. F. Sorghum seeding rates for best yields. *California Agriculture* 31:4. 1977.

Algunos datos biológicos sobre una especie de *Anadasmus* (Lepidoptera, Stenomatidae) asociada con el aguacate, *Persea americana*, en Brasil

Abstract. The larvae of *Anadasmus vacans* (Meyrick) NEW COMBINATION, were found feeding on the leaves of avocado, *Persea americana* Mill near to Sete Lagoas, State of Minas Gerais, Brasil. They make a resistant, irregular and conical tube among the leaves, in which they remain protected. When young, the larvae eat the parenchyma of the surfaces of the leaves; later on they destroy all the leaf, avoiding the main vein and the basis of the secondary ones.

En dos ocasiones (1969 y 1974) el autor tuvo la oportunidad de recolectar orugas de un lepidóptero que que se alimentaba de las hojas de aguacate, *Persea americana* Mill, en Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. De esas orugas emergieron algunos adultos que fueron identificados como *Stenoma vacans* Meyrick, 1916 (Stenomatidae), una especie conocida solamente por algunos ejemplares recolectados en el Río Maroni, Guayana Francesa.

Trátase de un insecto encontrado por primera vez en Brasil y cuyo hospedante, formas jóvenes y biología eran desconocidos. Como pertenece a un grupo de insectos poco conocidos desde el punto de vista biológico, es interesante registrar los datos obtenidos como una contribución al conocimiento del grupo, y así como al conocimiento de los aspectos sanitarios de esa importante planta tropical.

Posición taxonómica del insecto

Cuando Meyrick (2) describió esta especie en 1916, la asociación al género *Stenoma* Zeller, que incluye actualmente más de 500 especies neotropicales, el cual necesita ser revisado por contener especies pertenecientes a

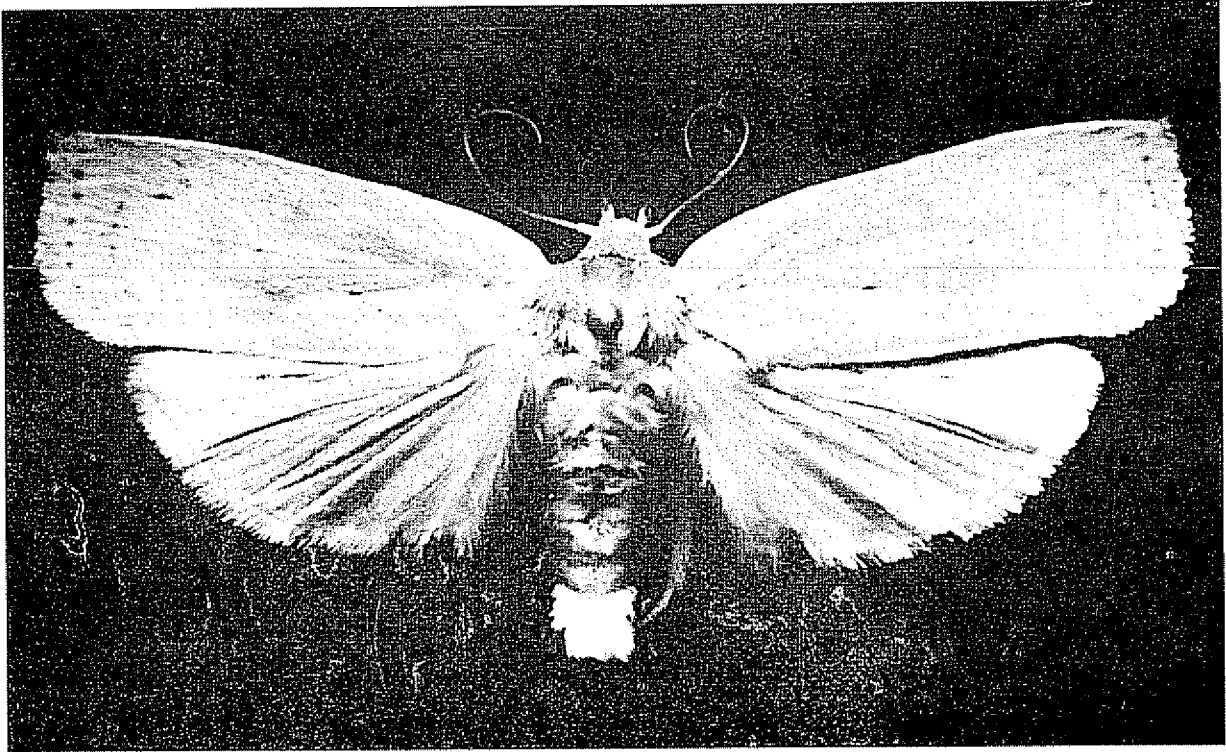
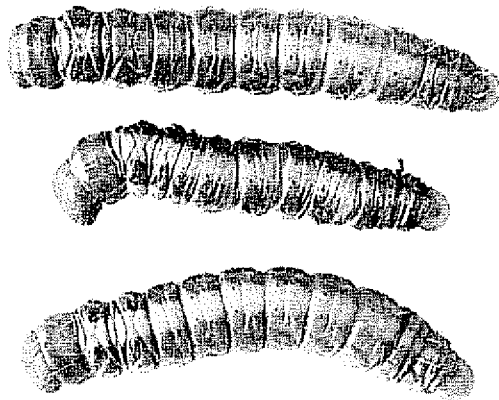


Fig 1—Adulto macho de *Anadasmus vacans* (Meyrick)

grupos distintos Clarke (1), al estudiar en 1955 los tipos de Meyrick, la mantuvo en ese mismo género. No obstante, con base en sus caracteres morfológicos, principalmente de los órganos genitales masculinos, esta especie se aproxima más al grupo actualmente incluido en el género *Anadasmus* Walsingham. En vista de eso, es transferida de aquel género a este, pasando a ser *Anadasmus vacans* (Meyrick) COMBINACION NUEVA, su nombre apropiado.

Descripción del insecto

El adulto (Fig 1) mide cerca de 2 cm de largo y 4 cm de envergadura con las alas extendidas. Alas anteriores subrectangulares; costa levemente curvada; ángulo apical recto; margen externo levemente falcado; margen interno fuertemente curvado junto a la base, recto hasta el ángulo inferior. Color amarillo pálido, pareciendo sucio al emerger, debido a las escamas grises



2

Fig 2—Orugas de *Anadasmus vacans* (Meyrick)



3

Fig 3—Tubo larval dentro del cual vive la oruga de *Anadasmus vacans* (Meyrick)

esparcidas por toda la superficie. Pierde esa apariencia algunos días después de la emergencia debido a la pérdida de las escamas grises. Tiene dos manchitas pequeñas, gris oscuro, una anterior al medio del ala y la otra sobre la extremidad distal de la celda discoidal; una faja sinuosa, gris-oscuro, antes del margen externo y, una serie de pequeñas manchas, gris-oscuro, sobre el margen, entre las venas. Lado inferior uniformemente amarillo-pálido. Alas posteriores anchas, con el borde externo fuertemente arqueado. Lado superior amarillo-pálido grisáceo. Lado inferior del mismo color del de ala anterior.

La oruga joven es de color verde-olivo, grisáceo, con una faja dorsal y el vientre crema; cápsula cefálica y placa protorácica castaño; placa anal crema. La oruga adulta (Fig. 2) llega a cerca de 3 cm de largo, un poco aplastada dorso-ventralmente; verde-olivo oscuro, con faja dorsal y vientre crema.

La pupa mide cerca de 1,3 cm de largo y 0,5 cm de ancho en el tórax; robusta; abdomen comprimido ventralmente; castaño oscura, casi negra.

Comportamiento de las orugas y daños

Las orugas se alimentan de las hojas. Son encontradas en un tubo larval resistente (Fig. 3), de forma cónica e irregular, entre dos hojas o entre un aglomerado de ellas. Las orugas jóvenes se protegen entre dos hojas superpuestas, ambas verdes o, raramente, una verde y una seca, en donde empiezan la construcción del tubo, juntando partículas de hojas y excrementos con hilos de seda. A medida que crecen, el tubo se extiende y aumenta de diámetro, llegando a 15 cm de extensión

y 0,5 cm de diámetro en la salida, cuando la larva completa su ciclo.

En los primeros instares el tubo serpentea, siguiendo el plano delimitado por las hojas superpuestas; más tarde, cuando la oruga está más desarrollada y junta otras hojas, formando un aglomerado de hojas retorcidas, el tubo larval puede tomar otras direcciones.

Mientras están jóvenes, las orugas se alimentan del parénquima de las superficies contiguas de las hojas superpuestas; más adelante, comen toda la hoja, dejando solamente la vena principal y la base de las secundarias. De esta forma, en el inicio de la infestación, las hojas se presentan con áreas necrosadas y, más tarde, parcial o totalmente destruidas.

En la fecha de la recolección, todos los árboles del huerto estudiado estaban infestados, llegando algunos de ellos a tener cerca del 5 por ciento de las hojas destruidas.

7 junio, 1977

VITOR OSMAR BECKER
CENTRO DE PESQUISA
AGROPECUARIA DOS CERRADOS (CPAC)
EMBRAPA
CAIXA POSTAL 70-0023
70 600-PLANALTINA, DF
BRASIL

REFERENCIAS

1. CLARKE, J. F. G. Catalogue of the type specimens of Microlepidoptera in the British Museum (Natural History) described by Edward Meyrick. London: British Museum, 1975. v. 2. 531 p.
2. MEYRICK, E. Exotic Microlepidoptera. Marlborough, Autor, 1916. v. 1. pp. 519-520.

Reseña de Libros

SITTING, MARSHALL. Pesticides process encyclopedia. Park Ridge, N. J., Noyes Data, 1977. 524 p. (Chemical Technology Review Nº 81). US \$ 48.

El libro está destinado primordialmente al químico y al ingeniero químico de la industria de plaguicidas. Sin embargo, puede ser de utilidad al agrónomo como fuente de información de los nombres químicos sistemáticos de los ingredientes activos de las preparaciones comerciales. También le servirá para conocer la estructura química correcta de los compuestos químicos en cuestión, y quizás lo más importante, para localizar rápidamente información y referencias sobre los usos principales en agricultura. Con la información sobre 558 productos, esta enciclopedia es un compendio de casi todos los principios activos en uso hoy en día.

Los productos se encuentran ordenados en orden alfabético según sus nombres genéricos o sus nombres comunes, pero no según el nombre de la prepara-

ción comercial que lo contiene. Sin embargo, el índice de nombres comerciales permite el acceso inverso a la información.

De gran importancia para el químico de plantas es el índice de materias primas, que permite entre otras cosas establecer rápidamente cuáles productos dependen de una misma materia prima. La enciclopedia ofrece además los métodos sintéticos de los principios activos en forma bastante detallada, incluyendo otras alternativas sintéticas. Los procesos están acompañados, frecuentemente, de diagramas de flujo de la manufactura, así como de los esquemas de manejo de los desechos de la fabricación.

Esto último, hace de la enciclopedia un libro de consulta muy útil para el conservacionista ambiental que desea información sobre posibles fuentes de contaminación.

Las referencias son completas e incluyen las patentes consultadas y los artículos originales de las revistas. También se incluyen las patentes expiradas; de esta manera el químico interesado puede encontrar la infor-

mación necesaria para conocer todos los procesos establecidos y patentados, lo que le facilita proponer nuevos procesos

El aspecto más atractivo del libro es que unifica gran cantidad de información de valor para la estrategia de la manufactura de los productos activos

El libro ha sido impreso con esmero en tinta negra únicamente. Los títulos y subtítulos se han enfatizado en negrita. El texto es muy claro y su lectura es fácil. No he encontrado errores tipográficos, excepto, que algunas de las estructuras químicas aparecen borrosas (p. ejemplo: pág. 63, 67, 71, 75, etc.) y que en la estructura del Isobenzan en la página 283 falta un enlace doble. Esta deficiencia no involucra problemas serios para el profesional químico, pero sí puede ser causa de confusión para otros.

Recomiendo el libro a todos los profesionales relacionados con los plaguicidas usuales en la agricultura moderna, especialmente a los químicos e ingenieros químicos de planta. Este libro no debe faltar en las bibliotecas de los centros de investigación relacionados con las ciencias agrícolas.

MANUEL CONSTENLA
QUÍMICO
APARTADO 3772
SAN JOSE, COSTA RICA

SHAW, N. H. y BRYANT, W. W. eds. Tropical pasture research; principles and methods. Hurlley, England. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1976. 454 p. US\$ 28 00

Pocas veces se han escrito libros tan útiles como éste, especialmente para el sector tropical del mundo donde residen la mayor parte de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Es precisamente con base en la última aseveración, que el primero de los capítulos, de los dieciséis de esta obra, plantea que aunque es necesario hacer investigación en pastos para la producción animal, primero se debe establecer si es que es factible hacer investigación en un país o región tropical. Para resolver la pregunta se deben considerar factores sociales, económicos y políticos y los recursos tierra, ganado y capacidad científica. Si es que todas las condiciones son propicias para el establecimiento de la investigación entonces es necesario establecer objetivos derivados de la identificación de las limitaciones de la producción animal y basados en los sistemas existentes en las fincas ganaderas. La organización de la investigación en pasturas no debe estar basada en el concurso de agrónomos solamente sino más bien, en el uso de un equipo multidisciplinario, con apoyo de estaciones experimentales; estratégicamente distribuidas, y con apoyo de un equipo de divulgación que no solamente cumpla con llevar la información al productor sino que también ayude en mantener al investigador en contacto con los problemas prácticos de la industria ganadera.

Los tres capítulos siguientes son verdaderos tratados hechos en la forma más directa, pero sólidamente basados en evidencia científica reciente, sobre los factores ambientales que regulan el crecimiento y utilización del forraje. Así, el capítulo 2 versa sobre el clima cuyos efectos recién se empiezan a conocer lo suficiente como para predecir eventos futuros basados en modelos matemáticos. Un ejemplo clásico es el modelo de balance hídrico que ha demostrado un alto grado de ajuste a las observaciones reales. El capítulo 3 describe varios tipos de evaluación y clasificación de tierras y presenta una guía de evaluación de suelos que está basada en la utilización de los parámetros directamente relacionados con la productividad de los pastos.

El capítulo 4 explica las bases para una comprensión integral de la dinámica de la vegetación natural, la utilización de ésta como indicadora de características climáticas y edafológicas de la zona y del mejor uso de esa zona ya sea en ganadería, cultivos o bosques. Se incluye además, una serie de precauciones y medidas prácticas concernientes a la utilización racional de la vegetación natural en pastoreo. A partir del capítulo 5, se examinan varios aspectos específicos a la introducción, establecimiento, desarrollo y utilización de las pasturas. La metodología que se presenta en cada uno de ellos es impresionante por su calidad, congruencia y practicabilidad. El capítulo 5 esquematiza los objetivos y estrategias de la introducción de plantas tomando como base la compatibilidad de características del ecosistema y de características de las plantas, antes de decidir introducirlos. El capítulo 6 prosigue con guías para la planificación de los experimentos en invernaderos y campo. Para estos experimentos se describen los tipos de evaluación referentes a la fertilidad de suelos, la composición de las plantas, la disponibilidad de nutrientes. También se presenta la metodología específica de análisis empleada en muestras de suelos y plantas.

El capítulo 7 se refiere a la bacteriología de las leguminosas. Esto es lógico dado el tono general del libro en que se promulga fuertemente el uso de las leguminosas en pasturas tropicales. En este capítulo se presentan sorprendentes resultados sobre los requerimientos y el manejo de las leguminosas tropicales. Se demuestra que el conocimiento generado alrededor de las leguminosas de clima templado no es aplicable en gran medida al grupo tropical, especialmente en lo concerniente a la interrelación pH y Ca y su efecto sobre la nodulación, fijación de N y crecimiento de la planta. Se incluye además una sección entre los procedimientos para el aislamiento, evaluación y aplicación de *Rhizobium* con descripción de metodología y facilidades de investigación.

Los capítulos 8, 9, 10, 11 y 12 se dedican a describir la investigación que se necesita para evaluar las pasturas en cuanto a su adaptación, producción y habilidad combinativa de gramíneas con leguminosas, resistencia a la defoliación y pisoteo impuesto por el animal. Este último aspecto es enfatizado en el capítulo 9 (evaluación de pasturas mediante experimentos en pastoreo) incluyéndose un cuadro que resume diferentes métodos de pastoreo investigados y los resulta-

dos logrados en varias partes del mundo. El método de pastoreo es una de tantas variables examinadas en estos capítulos y demuestra la necesidad de estandarizarlo o ser investigado a su vez. Junto a esto, se explica una serie de procedimientos de muestreo y parámetros de evaluación de la producción y calidad del pasto y los productos del animal (capítulo 10). El control final de la producción ocurrirá cuando se logre un mayor dominio de las relaciones entre variables ambientales y fisiológicas y el desarrollo y composición de los pastos; el capítulo 11 contiene la escasa información hasta ahora generada sobre estas relaciones. La integración de guías y recomendaciones sobre los factores a estudiarse y controlarse se realiza en el capítulo 12. Por lo tanto, se nota repetición de conceptos y metodología expuestos en capítulos previos. Sin embargo, esta repetición es necesaria para sentar el mensaje general que todos los autores del libro tratan de transmitir al lector.

Uno de los mejores esfuerzos en el libro se percibe en el capítulo 13 donde un tema potencialmente monótono (medición del valor nutritivo de las plantas forrajeras) se convierte en algo que aprisiona la atención y entusiasmo. Una de las contribuciones de este capítulo es la metodología que podría ser estandarizada en nuestros laboratorios en América Tropical. Un apoyo en literatura bien seleccionada permite al lector la oportunidad de ahondar en los aspectos metodológicos. Un aspecto no muy usual en los programas de investigación es el mejoramiento genético de los pastos; sin embargo, el capítulo 14 contiene un diagnóstico de esta área que plenamente justifica la necesidad de incluir una línea de investigación que por lo menos se dedique a evaluar los diferentes ecotipos que muchas especies presentan en forma natural.

El capítulo 15 examina los criterios que determinan la elección de técnicas de análisis estadísticos y de tendencias en la investigación en pasturas. El capítulo comienza con conceptos básicos conocidos por la mayoría de los investigadores pero gradualmente progresa a técnicas de la estadística relativamente nuevas. Varias citas bibliográficas sirven de ayuda para lograr comprensión más detallada de los nuevos conceptos.

Finalmente, el último capítulo expone los problemas en la obtención de semillas de pastos y leguminosas tropicales, los que son muy diferentes a los problemas encontrados en climas templados. Por lo tanto, se requiere generar tecnología adecuada para la disseminación rápida de las especies y tecnología mejoradas. En el capítulo se realiza una encomiable labor de discusión de todas las fases de producción, cosecha y almacenamiento de semillas. Es un magnífico capítulo que junto con los demás de este libro, revitalizarán el interés de los especialistas en producción animal y atraerán el concurso de otros profesionales en un esfuerzo de investigación multidisciplinario con el fin de mejorar la producción animal con base en los pastos tropicales.

LEACH, GERALD *Energy and food production* Guilford, Surrey, IPC Science and Technology Press for the International Institute for Environment and Development, 1976 137 p

Es bien conocida la confusión reinante y la falta de datos matemáticos en torno a la relación insumos energéticos/producción de alimentos. Este libro intenta resolver esta problemática. Obviamente el actual consumo de energía a base de combustibles minerales no puede seguir proyectándose indefinidamente; pero, ¿cómo puede cambiarse, cómo llegar al posible consumo mínimo o aún a un crecimiento cero de consumo de energía sin perjudicar la producción de alimentos?

Si se calculan los balances de energía necesaria para la producción de alimentos, (incluyendo labores de campo, abonos, plaguicidas, etc.) así como su elaboración, empaque, transporte y otros factores que intervienen hasta que llega el alimento al consumidor, se sabe hoy que se necesitan cantidades enormes para países considerados desarrollados y que tal energía es mayormente importada. Aunque las cantidades son mucho menores en países en vías de desarrollo no deja de preocupar las tendencias de aumento y con ello la dependencia. Estos factores y las disparidades en la distribución de las actuales fuentes de energía obligan a diseñar nuevas estrategias para el mundo de mañana.

A través de todo el libro se denota el afán del autor de proveer argumentos para esta finalidad. Ante todo ofrece datos a través de seis cortos capítulos (46 p) y 83 páginas de apéndices y 'balances de energía' que muestran cuánta energía se requiere para numerosos cultivos individuales, bajo diferentes condiciones, así como para sistemas completos de producción agrícola, ganadera y pesquera. Hay balances para las sociedades de consumo de los países industrializados como para los habitantes de diversas regiones de África, América, India, Nueva Guinea, incluyendo cálculos para los campesinos de China o los cultivadores de maíz en México y América Central.

Para seguir al autor en su argumentación, es preciso entender bien las conversiones de insumos diversos mediante el empleo de unidades energéticas a saber el julio o sus múltiplos de mil (megajulio, gigajulio).*

Las comparaciones de balances de energía, entre sistemas de producción, permiten mostrar la progresión entre las épocas pre-industriales y la época moderna, esta última ayudada por el uso de combustible que hasta hace poco era increíblemente barato; en la época de 1950-70 un barril de petróleo valía US \$ 1,50, lo que convertido a julios, equivale a 4000 horas de trabajo de un "esclavo humano" por sólo un dólar.

Como soluciones el autor propone usar eficientemente las fuentes locales de energía, tales como la conversión de residuos orgánicos a "biogas" (60% metano), producción de materia vegetal que luego se fer-

* Ejemplos: 1 litro de Diesel equivale a 43.3 megajulios, un kg de nitrógeno como abono suma 80, un tractor de 50 caballos y 37 kw equivale a 160 000 megajulios, y para secar 1 tonelada de heno bajo techo se necesitan 2360 megajulios.

man, destilación destructiva y uso de la energía solar a nivel local

La mayor parte del largo apéndice debe considerarse como material muy valioso de referencia para aquellos que les tocará dirigir el mundo hacia relaciones más razonables, entre el uso de energía y la producción de alimentos. Sólo cuando tal entendimiento llegue al nivel de los "decisiones" podrá evitar proyectarse hacia el futuro el uso indiscriminado e irresponsable de fuentes de energía que además de limitadas, causan efectos nocivos tanto físicos como psicológicos y políticos y que en la forma como se usan, no han demostrado que ayudarán a resolver el problema de la producción de alimentos

GERARDO BUDDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CAITIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

MELLOR, JOHN W. *The new economics of growth; a strategy for India and the developing world*
Ithaca, Cornell University Press, 1976 335 p
US \$ 11.50.

El autor es un bien conocido economista, profesor de la Universidad de Cornell, quien tuvo la oportunidad de vivir varios años en la India, estudiando su economía, gracias a la ayuda que le proporcionó the Twenty Century Fund, institución sin fines de lucro dedicada a la investigación de los aspectos sociales, políticos, económicos e institucionales del desarrollo

Como resultado de su estadía en la India se publica este volumen el cual contiene un examen amplio de la economía de ese gigantesco país, que comienza por el sector agrícola, continúa con el sector industrial y termina con el comercio exterior y la ayuda externa, todo dirigido a respaldar una propuesta de estrategia de desarrollo económico basada en el máximo empleo de la fuerza de trabajo y la mayor participación de la porción más pobre de la población en el reparto de los frutos de dicho desarrollo.

Aunque parezca paradójico en un país como la India, el segundo y tercer planes quinquenales de desarrollo (pero muy especialmente el segundo que corresponde al período 1955-60) se orientaron hacia una estrategia basada no en la movilización de la abundante mano de obra y en la producción en pequeña escala, sino en la adquisición de bienes de capital y el establecimiento de industrias modernas exigentes en inversiones de capital. Esta orientación se mantuvo hasta 1971 cuando Indira Gandhi volvió a insistir en una política de desarrollo económico haciendo uso intensivo y creciente de mano de obra y buscando una más amplia distribución del ingreso. Los resultados de la estrategia seguida en los años 60 produjo resultados muy pocos satisfactorios ya que el ingreso per cápita apenas creció, en promedio, a razón de 1,4% anual a pesar de la gran ayuda externa con que contó el país. Sin embargo, se

logró en ese período el establecimiento de una infraestructura institucional e industrial, lo cual podría facilitar, en el futuro, "una estrategia de desarrollo más efectiva". El aspecto menos satisfactorio de todo el proceso fue la escasa participación y el reducido beneficio que recibió el estrato más pobre de la población, ya que el ingreso per cápita del tercio de la población con ingresos más bajos no solamente no se elevó sino que probablemente se redujo en el lapso comprendido entre 1955 y 1970.

La nueva estrategia, basada en la utilización amplia de la mano de obra, no es fácil de poner en práctica pues exige cambios sustanciales que repercuten profundamente en la política tanto interna como externa del país. Lo primero que se necesita para tomar este nuevo rumbo es darle prioridad al incremento de la producción agrícola mediante inversiones en nueva tecnología; concomitantemente se tienen que reducir las necesidades de capital por habitante empleado en el sector industrial; captar nuevas fuentes de capital a través de la descentralización de la producción e incrementar la tasa de crecimiento tanto de las importaciones como de las exportaciones; todo ello exige la descentralización de las instituciones y de los procedimientos administrativos cambiando su énfasis de una función reguladora a otra de apoyo o estímulo a las actividades productivas.

El autor hace énfasis sobre el papel crucial que desempeña la agricultura en el empleo amplio de la mano de obra y como proveedora de alimento; y materias primas a precios constantes o decrecientes; si ello no se logra, la inflación se hará presente y ésta, junto con las medidas que se adoptan para combatirla, desquiciarán las políticas de pleno empleo

Difícil resulta objetar este enfoque, como guía general para los países subdesarrollados con amplia disponibilidad de mano de obra y con escasos recursos de capital. Desgraciadamente él ha fallado en repetidas ocasiones principalmente por la falta de decisión política para efectuar los profundos cambios estructurales indispensables para que el sistema de incentivos funcione; para volcar recursos al desarrollo e implantación de nuevas tecnologías agrícolas, a la ampliación de la frontera agrícola especialmente mediante el regadío, y al mejoramiento de la infraestructura rural. En otros casos dicha estrategia se ha abandonado al sufrirse en un año reducciones en la producción agrícola, sin considerar que la agricultura es por esencia fluctuante de año a año por razones climáticas y que lo que hay que tener en cuenta es su tendencia en un plazo largo.

En resumen, el libro que comentamos es interesante en cuanto analiza en profundidad un caso tan significativo para el mundo como es el de la India; además, la tesis que sustenta es inobjetable como enfoque general para el tercer mundo

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

VERDUZCO GUTIERREZ, JOSE Protección forestal México, Patena A C. 1976 369 p.

He aquí finalmente un libro bien compenetrado con la idiosincracia latinoamericana ya que fácilmente rebasa los límites de México. Los seis grandes capítulos del libro cubren incendios, plagas y enfermedades, desmontes, explotaciones irracionales, pastoreo y obras sociales y agentes naturales. Su lectura muestra hasta qué punto el autor se ha salido de las sendas tradicionales. Esto se refleja desde la introducción donde el lector queda advertido que para tener éxito en campañas de protección hay que ir mucho más allá del conocimiento de técnicas y buscar ante todo analizar los verdaderos motivos de la destrucción forestal o lo que el autor llama las "causas originales de la deforestación". Muestra los abismos que separan al ciudadano que critica al campesino pobre y hambriento que desmonta por necesidad de las medidas dictadas por legisladores que ignoran la realidad del campo. En este análisis, que es un modelo en su género, no se titubea en llamarse las cosas por su nombre; la falta de respaldo económico para aplicar políticas forestales, los abusos de autoridad regional, los problemas de tenencia de la tierra y numerosos otros factores socio-económicos que todos afectan las campañas de protección forestal.

Estas causas primarias inciden sobre lo que el autor llama causas secundarias ejecutoras de la deforestación que corresponden a los seis grandes capítulos del libro.

En los incendios forestales, después de cubrir los aspectos esenciales que también se encuentran en otros libros, el autor muestra su objetividad al describir los beneficios de los incendios forestales y las quemaduras prescritas. Asimismo, en cuanto al combate directo, en vez de recomendar maquinaria costosa y métodos a menudo inaplicables, no vacila recomendar el uso de tierra y el golpeo con sacos o ramas para apagar incendios. Destaca el papel de la educación y la cooperación de otras entidades interesadas en el control de incendios forestales, lo que felizmente aumenta en forma espectacular en México, especialmente cuando se compara con la apatía reinante en muchos otros países latinoamericanos.

El autor es un especialista en plagas y enfermedades y el tratamiento de este capítulo es metódico e incluye no sólo insectos, hongos, nematodos, taladradores marinos pero también muérdagos y barbas de palo (*Tillandsia* spp).

El capítulo sobre desmontes entra en toda la compleja gama de relaciones entre campesino y tierra, con un enfoque eminentemente humanístico. Los remedios sugeridos son realistas. Entre estos, la combinación de agricultura con árboles ("sistema taungya") recibe un tratamiento prominente incluyendo datos económicos que muestran las ventajas sobre otros sistemas, con indicación de nombres vulgares de especies de árboles apropiados para cada región ecológica de México. Es de esperar que esta sección pueda expandirse en el futuro con una evaluación más científica de los resul-

tados logrados hasta la fecha y abarcar eventualmente otras modalidades de sistemas agro-silvo-pastoriles.

El capítulo sobre explotaciones abarca mucho más que los aspectos madereros. Es todo un tratado sobre recursos forestales en su aspecto más amplio (madera, agua, pasto, fauna, contaminaciones diversas bellezas escénicas y valores científicos). El concepto de uso múltiple se desarrolla con varios ejemplos así como los sistemas silviculturales capaces de lograr el rendimiento continuo. Se analizan las consecuencias del mal uso, de la tierra y de sus recursos con ejemplos de "cocatástrofes".

El capítulo sobre pastoreo evidencia una de las situaciones más lamentables de México. Una parte pequeña se refiere a la fauna silvestre especialmente en su aspecto de cacería. Hay 15 recomendaciones prácticas para aquellas situaciones donde cabe cierto pastoreo en terrenos forestales.

El último capítulo sobre obras sociales y agentes naturales agrupa diversos aspectos que han quedado dispersos, como planificación del uso de la tierra, ciclones y efecto de las poblaciones rurales y urbanas sobre recursos naturales. La relación recursos-población es desalentadora y el autor concluye (p. 334) "no hay duda que la explosión demográfica cada día reduce las alternativas que en un futuro inmediato tendrá el mexicano para resolver problemas fundamentales de sobrevivencia".

El problema es de tal envergadura que sólo medidas drásticas promulgadas con plena conciencia de la gravedad pueden intentar resolver esta situación, al amparo de una política que el autor aclara "nunca hemos tenido" (p. 356) y para la cual ofrece sus propias sugerencias.

En resumen se trata de una obra que abarca mucho. Hay desde luego opiniones controvertidas, que se prestan a críticas, referencias quizá insuficientemente actualizadas, pero no hay duda de que la problemática de la protección forestal quedó bien planteada en su aspecto integral. Ahora falta refinar y expandir. Quien lee este libro se siente en el deber de contribuir en esta senda, no sólo en México sino en otros países latinoamericanos.

GERARDO BUDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
TURRIALBA, COSTA RICA

BUTCHER, D. N. and INGRAM, D. S. Plant tissue culture London, Edward Arnold, 1976. 68 p. (The Institute of Biology Studies in Biology N° 65), £1.50 net.

During the past decade, two important methods of plant tissue culture have been developed. One is the single cell culture, including the development of pollen plants, and the other is protoplast fusion or somatic hybridization. These methods not only have theoretical

interest in morphogenetic studies of plants but also have practical implications in plant breeding. In the tropics, many plant species are or can be vegetatively cultivated. Once a pollen plant (or haploid plant) or a somatically hybridized plant has developed, it can be propagated by asexual means without going through a sexual cycle which leads to the sterility and may lose the haploid plant in the next generation. Moreover, many important tropical economical plants, such as cacao, are self-incompatible or highly heterozygous. The genetics of these many crops have been known to a very little extent. The induction of haploid plants may be a powerful tool for revealing their genetic characters.

In Latin America, plant tissue culture is not a common practice in most countries. This book, "Plant Tissue Culture", by Dennis H. Butcher and David S. Ingram provides the basic concepts and the practical procedures of plant tissue culture. The clear and simple presentation of the tissue culture methods makes it very useful for the students entering this field.

There are eight chapters in this book. Chapter 1 is an introduction and briefly mentions both recent and past advances in plant tissue culture. It also defines four types of plant cultures: organ cultures, embryo cultures, callus (or tissue) cultures, methods for organs and embryos. The uses of isolated organs (roots, leaves, flowers) are very beneficial for studying the nutritional and hormonal requirements for growth and development. Adoption of the tissue culture methods in shoots provides an important economic application for producing plants *in vitro*. A more detailed description is also given to the culture methods of anthers and pollen for induction of haploid plants. Finally it also shows that the use of ovule and embryo culture may offer an important method for studying embryogenesis and for raising hybrid embryos which abort when left in the ovule. Chapter 2 presents the methods for inducing callus, and the media used. There is a further discussion on the cytological instability of the calluses, factors controlling cell differentiation, hormonal or other nutritional factors affecting embryogenesis. The characteristics of tumor cells is described and the value of dual culture, consisting of a plant parasite growing together with callus tissue of its host, is discussed. Chapter 3 describes methods for cell suspension cultures and their uses for studies of growth and differentiation. There are two types of suspension culture: batch cultures and continuous cultures. The advantages of both types of cultures are compared. Chapter 4 describes three basic methods for culturing single cells: the paper raft nurse technique, the petri dish plating technique, and the growth of cells in microchambers. Factors or nutrient requirements affecting single cell growth are discussed. Chapter 5 presents the technique for somatic cell hybridization. Isolation of protoplasts and the culture methods are described. The procedures of somatic hybridization are outlined. The authors caution that there are still many difficulties in the procedures which must be resolved before the protoplast fusion technique becomes a method for plant breeding. Chapter 6 is a resume of uses of tissue culture methods for basic

physiological and genetical studies as well as for commercial and agricultural applications. Chapter 8 describes the apparatus and chemicals that are required in a tissue culture laboratory and the basic methods for tissue culture that are usually employed.

From an agricultural point of view, the recent advances in plant tissue cultures offer the possibilities of using pollen plants and protoplast fusion for agricultural improvement. However, most successful cases in these cultures have been the species in Solanaceae or in Gramineae. Whether this success is attributed to more work done in these species or to their genetic nature is not yet known. Certainly, more investigations are needed along this line, including an extensive study of other plant species. This book will give the students entering the tissue culture field a good start.

CARL C. MOH
PLAYAS DEL COCO
GUANACASTE, COSTA RICA

SZENTESI, TAMAS. The political economy of underdevelopment. Third, revised and enlarged edition. Budapest, Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, 1976. 346 p.

El autor de este interesante libro, es un profesor de la Universidad de Budapest, quien ha pasado varios años dictando clases en la Universidad de Dar es Salaam, Tanzania. Esto le ha dado la oportunidad de ponerse en contacto con el continente africano y le inspiró la obra que comentamos, la cual busca examinar el subdesarrollo desde un punto de vista marxista, considerándolo como el "producto complejo de algunos procesos históricos".

El subdesarrollo, dice Szentesi, no significa simplemente, un nivel bajo en la evolución de las fuerzas productivas o un atraso o retardo en la evolución económica y social; tampoco representa una etapa inferior en el proceso general y natural del crecimiento (aunque este pudo ser el caso antes del advenimiento de las economías capitalistas y colonialistas); es, en cambio, un complejo producto socio-económico cuya evolución está estrechamente interrelacionada con el desarrollo de la economía del mundo capitalista en su conjunto y es determinado, principalmente, por un factor externo que es dicho mundo capitalista.

Con esta base, en la primera parte del libro que se comenta, se hace una revisión de las teorías del subdesarrollo. Se examinan varias que asignan el peso principal del subdesarrollo a factores aislados tales como el crecimiento acelerado de la población, la pobreza o escasez de recursos naturales, la escasez de capital y su formación insuficiente, la baja productividad del trabajo y mala calidad de la población trabajadora. Ninguna de esas teorías, concluye el autor, puede explicar por sí sola el fenómeno, ya que los diversos factores limitantes

son eslabones de una cadena y por lo tanto, ni separados ni simplemente sumados, pueden servir de explicación satisfactoria del subdesarrollo.

Tampoco es suficiente combinar los factores limitantes en "círculos viciosos", ya que ello no explica por qué dichos factores se entrelazan y conectan en determinada manera, ni cómo los países desarrollados rompiéron tales círculos viciosos. Algo semejante ocurre con las teorías que concentran su interés en la descripción y análisis del desarrollo como un proceso universal dividido en etapas y que, como en el caso de la de Rostow, parten de una sociedad tradicional en la cual se crean condiciones determinadas que propician el impulso inicial para una marcha sostenida de progreso hacia la madurez y el gran consumo en masa; en esa forma, el proceso por el cual pasaron los países hoy desarrollados, se concibe como inevitable de repetirse en los países atrasados para llegar a la meta de una sociedad capitalista al estilo de aquellos.

Quedan así por fuera los factores externos, que no actuaron sobre los primeros países que se desarrollaron como hoy actúan sobre los que pretenden hacerlo.

Desde el momento histórico en que el desarrollo de dos o más países llegan a ligarse o relacionarse, y especialmente si la brecha del desarrollo entre ellos tiende a hacerse cada día más amplia, dice Szentes, no es ya suficiente hablar simplemente de atraso o progreso sino que hay que considerar también las consecuencias positivas y negativas, para cada país, que se derivan de dicha relación. Ello significa, para el caso actual, que funcionando como funcionan los países subdesarrollados, con fuertes ataduras a las economías y a las sociedades de los países avanzados (llegando a ser especies de apéndices de éstos), son las orientaciones y decisiones "externas" más bien que los obstáculos y frenos internos, las que están determinando su desarrollo y los han desviado de su curso original y natural.

Sentadas estas premisas, el autor entra a analizar el colonialismo y la división internacional del trabajo como factores preponderantes en el atraso actual de los países subdesarrollados, ya que a través de ellos se instauran gobiernos representativos de las metrópolis o intereses de éstas, resultando así que son los intereses de los países colonialistas los que determinan, en alto grado, la dirección que se le da al desarrollo en los países dependientes, sus sistemas institucionales y sociales, su evolución cultural y aún en algunos casos sus propias fronteras. De esta manera, se establece y consolida una dependencia múltiple (económica directa, comercial, financiera, técnica) que facilita el drenaje de recursos a través de diversos y complejos mecanismos y se originan y consolidan internamente, merced a estas fuerzas exógenas, la desintegración económica y social y la estructura socio-económica dual que caracterizan a los países subdesarrollados. Ante tal situación, resulta muy difícil, tal vez imposible, salir del subdesarrollo si no se buscan soluciones internas de carácter estructural y soluciones externas de carácter político.

Finalmente, se discuten las posibilidades que existen de vencer el subdesarrollo a través de una "solu-

ción internacional", que redistribuya los bienes o los ingresos y liquide la explotación y la opresión (lo cual exigiría una revolución social a escala mundial) o a través de la acción dentro de una sola economía nacional (lo cual exigirá destruir la posición monopolística del capital extranjero; transformar la estructura distorsionada de la economía y la sociedad, eliminando el dualismo e integrando los diversos sectores socio-económicos; desarrollar la agricultura; industrializar el país; proveer empleo productivo para toda la población activa, etc.) Esta última posibilidad es más accesible pero exige una expansión considerable y paulatina de la acción gubernamental, desembocándose en un capitalismo de estado que luego puede evolucionar de varias maneras conectadas con las alternativas socialista y capitalista.

Este apretado e incompleto resumen del interesante libro del señor Szentes, tal vez no alcanza a dar una idea ni siquiera vaga de la manera amplia como cada tema se trata dentro de una concepción global bien estructurada, con la cual puede o no estarse de acuerdo, pero que demuestra una sólida preparación del autor, una cuidadosa y amplia consulta de la literatura más relevante sobre cada tema y una firme convicción política que no le impide, sin embargo, presentar puntos de vista variados y opiniones contrapuestas a sus propias concepciones sobre el subdesarrollo y sus causas.

Para muchos podrá parecer que, en la obra que comentamos, se le da demasiado peso a los factores externos o exógenos, como causantes del subdesarrollo, pero es curioso que en ésta coincide no solamente con otros teóricos marxistas (lo cual no tendría por qué extrañar) sino también con estudiosos latinoamericanos que han enunciado y perfeccionado teorías del subdesarrollo aplicables, según ellos, a nuestro continente, las cuales ponen el mayor peso de la culpa en los hombros de las naciones desarrolladas (centro) que explotan a las naciones periféricas, subdesarrolladas, a las que se les reserva el papel de proveedoras de materias primas de bajo precio. Sin intentar tomar partido, lo cual no cabría en una reseña de esta clase, bien puede pensarse que independientemente del grado de verdad que estas teorías contienen, ellas si se llevan al extremo, pueden convertirse en puertas de escape fáciles que racionalicen la falta de acción de los países subdesarrollados en la ordenación y disciplina interna necesarias para la utilización de sus propios recursos y la renuncia a aceptar duros sacrificios para romper puntos de estrangulamiento de carácter endógeno que constituyen obstáculos al desarrollo.

Por otro lado, a este ingrediente externo, el cual sin duda participa en el conjunto de factores que explican el subdesarrollo, no podría dejar de prestársele atención en la formulación y ejecución de las políticas y programas nacionales dirigidos a estimular el desarrollo. El comercio intra y extraregional de insumos y productos, el financiamiento y la cooperación externas (incluyendo la transferencia de tecnología) y las relaciones de carácter político entre países, tienen que considerarse como parte importante (pero no la única) de la gran problemática del subdesarrollo.

Tratando de resumir una apreciación sobre el libro que comentamos, podría decirse que se trata de una obra polémica, digna de leerse con cuidado, en la cual sí bien es cierto que se nota la influencia de la situación africana que el autor conoce más de cerca y de la ideología que él profesa, se incluyen análisis útiles que permiten ampliar criterios sobre un tema de tanta actualidad e importancia.*

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

* La primera edición de este libro fue comentada en *Turrialba* 22:115 1972 (Nota del Editor)

BARRET, M. A. y LARKIN, P. J. Milk and beef production in the tropics. London, Oxford University Press, 1974. 245 p. £ 2.75

Este libro es pequeño en dimensiones (13,5 X 20 cm) pero muy grande en calidad e importancia de información práctica con mucha trascendencia para América Latina Tropical y otras regiones tropicales del mundo. Hasta la aparición de esta obra, el crítico no había tenido oportunidad de encontrar una publicación del nivel y utilidad práctica que caracterizan los trece capítulos que la componen. El enfoque y el lenguaje ameno empleados la hacen extremadamente atractiva para el lector, al mismo tiempo que instructivo no sólo por los conocimientos conllevados sino también por la explicación de cierta terminología empleada en los países de la Comunidad Británica, y que generalmente causan dificultades de interpretación o explicación en el idioma español.

Técnicamente, el libro se refiere, primero, a explicar las diferentes zonas ecológicas predominantes en el mundo tropical, tratando de las características del clima y vegetación, métodos de manejo de la vegetación y el tipo de animal, en relación con el propósito de la empresa ganadera imperante.

Un reflejo de las condiciones ambientales es la productividad de los pastos y la composición de éstos, lo cual, a su vez determina en gran medida el manejo de los mismos y el tipo de explotación ganadera. Cierta modificación de la alimentación se puede realizar mediante el uso racional de arbustos, leguminosas y cultivos tropicales, además de los subproductos agro-industriales. Sobre esto, los autores dedican cinco capítulos

incluyendo uno sobre principios de alimentación (balance de la alimentación en pastoreo, más suplementos, si estos son requeridos). Se dan ejemplos prácticos de balance de raciones en el texto y en uno de los tres apéndices del libro.

Cuatro capítulos se dedican a explicar los principios de cruzamiento genético y los métodos más prácticos sobre la crianza de terneras de lechería, manejo de explotaciones de lechería y de explotaciones de producción de carne. Evidentemente, estos capítulos abundan en información técnica y práctica derivada en gran medida de la experiencia personal de los autores en África. De gran interés es la descripción de las explotaciones de doble propósito (producción de leche con vacas cebuinas con el ternero al pie) muy típicas del pequeño y mediano ganadero de América Tropical. De mayor impacto es, naturalmente, el conjunto de recomendaciones para mejorar este tipo de explotaciones. Es decir, el uso de monta sincronizada con la disponibilidad de los pastos, el manejo de la lactancia, la práctica del ordeño, higiene de la leche, crianza del ternero y otros aspectos que sería de mucho beneficio que nuestros técnicos investigadores extensionistas y profesores leyeran, estudiaran y los transmitieran al productor.

El libro incluye un capítulo extenso sobre un aspecto muchas veces ignorado en libros similares: las construcciones de la finca para clima tropical. El tratado es muy interesante y práctico a tal punto que se ofrecen esquemas de construcción de abrevaderos, cercas, portones, corral de manejo, sala de ordeño y otros. En el último capítulo se enfatiza la necesidad de contar con registros y cómo éstos se usan para el mejoramiento de la eficiencia de la explotación.

Este es un libro muy práctico, bien orientado a los problemas de la ganadería en el trópico y del cual se pueden obtener muchos beneficios directos para los productores del trópico americano, como consecuencia de las similitudes ambientales de ciertas regiones tropicales del África con las de América. El factor limitante de este beneficio potencial para el productor es el idioma del libro. En cuanto al sector técnico, el libro hubiera sido más beneficioso si los autores hubieran incluido alguna lista de referencias de apoyo (sólo se citan unas cuatro publicaciones). Sin embargo no debe olvidarse que el objetivo principal fue la transmisión de principios y conocimientos prácticos de la ganadería tropical y no de un tratado científico basado en una revisión de literatura.

MANUEL F. RUIZ
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA