

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 27

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1977

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 27(1)1-116

<i>Influencia de la iluminación sobre la actividad fotosintética de las hojas de vid cultivada en espaldera (en español).</i> J. Fernández, J. Balkar, L. H. Meyer	3
<i>Relación entre niveles variables de cobre y pH del suelo sobre el crecimiento y composición mineral de plantas de café arábica (en inglés).</i> E.A. Aduayi	7
<i>Estudio preliminar de los nematodos de las plantas cultivadas en República Dominicana (en francés).</i> A. Kermarrec, L. Be'lliard	17
<i>Efecto del consumo de pasto verde sobre el consumo de pulpa de café y la ganancia de peso en novillos (en español)</i> M.E. Ruiz, A. Ruiz	23
<i>Estudios fisiológicos sobre la floración del café en condiciones del sur de India. VI. Cambios en la tasa de crecimiento, ácido indolacético y metabolismo de carbohidratos durante el desarrollo y antes de la yema floral (en inglés)</i> K. V. Janardhan, K.I. Raju, N.H. Gopal	29
<i>Efecto del tratamiento de semillas de frijol (Phaseolus vulgaris) de buena y mala calidad sobre la germinación en condiciones de campo (en español),</i> Michael Ellis, G. E. Gálvez E., J. B. Sinclair	37
<i>Formación de órganos radicales de almacenamiento y de brotes del cuello de la raíz en plántulas de Pinus oocarpa (en inglés).</i> Charles R. Venator	41
<i>Tasas de digestión in vitro de seis gramíneas tropicales (en español).</i> D. Pezo, R. Vohnout	47
<i>Estudios de quimiataxonomía en cultivares de Coffea arabica L. (en portugués).</i> Catalina Romero Lopes, Lourival Carmo Mónaco	55
<i>Importancia del azufre en la nutrición mineral de leguminosas forrajeras tropicales (en español)</i> Luis E. Tergas	63
<i>Observaciones histológicas en tejidos foliares de maíz infectados con virus rayado fino (en inglés).</i> E. W. Kitajima, Rodrigo Gámez	71
<i>Actividad enzimática de la polifenasa, peroxidasa y catalasa en granos de Coffea arabica L. y relaciones con la calidad de la bebida (en portugués)</i> J. C. de Oliveira, D. M. Silva, A.A. Teixeira, H. V. Amorim	75
<i>Estudios sobre el crecimiento de algodones G. barbadense en India. II. Respuestas a tensiones ambientales (en inglés).</i> J. G. Bhatt, A.R.S. Nathu	83
<i>Análisis micromorfológico de dos perfiles de suelo de la zona árida de la Isla Santa Fe, Galápagos, Ecuador (en español).</i> Héctor J. Morrás	93
<i>Comunicaciones:</i>	
<i>Constatación de la raza II de Hemileia vastatrix Berk et Br. en Jinotepe, Nicaragua, (en portugués)</i> I. J. A. Ribeiro, M. H. Sugimori, O. Paradelá Filho, L. C. Mónaco	99
<i>Efecto del etrel sobre las fracciones de carbohidratos de frutos de Coffea arabica L. (en inglés).</i> N. H. Gopal, D. Venkataramanan	101
<i>Notas y comentarios</i>	6, 22, 35, 36, 39, 40, 45, 46, 54, 62, 69, 70, 82, 92
<i>Reseña de Libro</i>	98, 103



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

Influencia de la iluminación sobre la actividad fotosintética de las hojas de vid cultivada en espaldera*

J. FERNANDEZ**, J. BALKAR***, L. H. MEYER***

ABSTRACT

Photosynthetic leaf activity in relation to light intensity was determined in grapevines cultivated as a trellis. It is concluded that only the two first leaf layers on each side of the trellis receive enough light to be photosynthetically active.—The authors

Introducción

EN las zonas en que las condiciones climatológicas favorecen un elevado desarrollo de la actividad vegetativa de la vid, se produce una gran cantidad de hojas que originan ensombrecimientos en la zona interna y como consecuencia las hojas poco iluminadas no pueden realizar la fotosíntesis con pleno rendimiento. Aunque este hecho es conocido por los viticultores, en general, existe la creencia de que "a más hojas, más fruto", sin tener en cuenta que esta aseveración es cierta siempre que todas las hojas sean productivas, para lo cual deben estar iluminadas convenientemente.

Con objeto de estudiar la relación existente entre la actividad fotosintética y la iluminación recibida por las hojas de vid, se emprendió el presente trabajo en el que se utilizó el carbono-14 como trazador.

La experiencia se realizó en Uruguay en un viñedo de la variedad "Harriague" ('Tannat') conducido según la modalidad de espaldera de 2,2 m de altura.

Debido a la altura de la espaldera y a la abundancia de follaje existente, las hojas de las diferentes partes estaban sometidas a una iluminación muy desigual como se demuestra en el Cuadro 1. Tanto en la cara que quedaba expuesta al sol como en la que quedaba sombreada, se podían distinguir tres niveles de localización para las hojas según la profundidad a que se encontrasen (exterior, subexterior e interior) (Fig. 1).

En este trabajo se estudió el efecto de sombreado sobre la actividad fotosintética, tanto en las hojas de la zona externa como en las de la zona interna.

Material y métodos

La actividad fotosintética de las hojas de vid se determinó por medio de una microcámara de metacrilato de metilo que se adapta perfectamente a las hojas por medio de unas pinzas de presión (Fig. 2). Por el interior de la microcámara se hace fluir una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14 que pasa por el envés de la zona de hoja en la que se quiere determinar su actividad fotosintética. El flujo

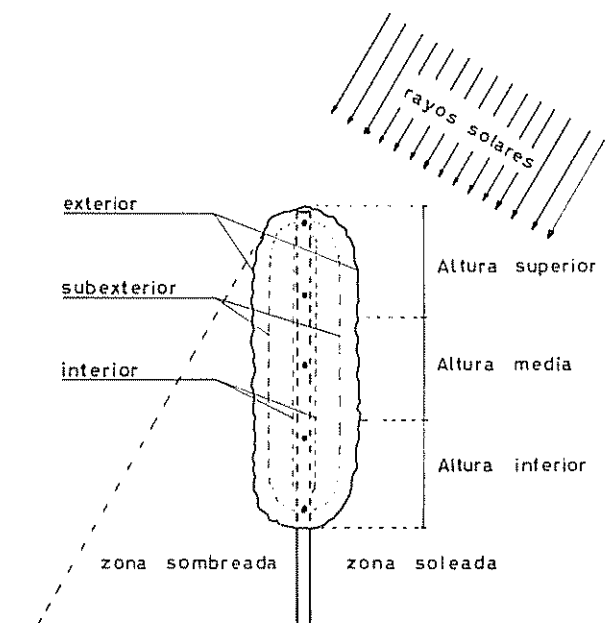


Fig. 1.—Representación esquemática de las diferentes zonas de localización de las hojas en la espaldera.

* Recibido para la publicación el 12 de agosto de 1976.

** Experto del Organismo Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.), Junta de Energía Nuclear, Isótopos, Apartado 3055, Madrid 3, España.

*** Profesor, Instituto de Vitivinicultura, Las Piedras (Canelones), Uruguay.

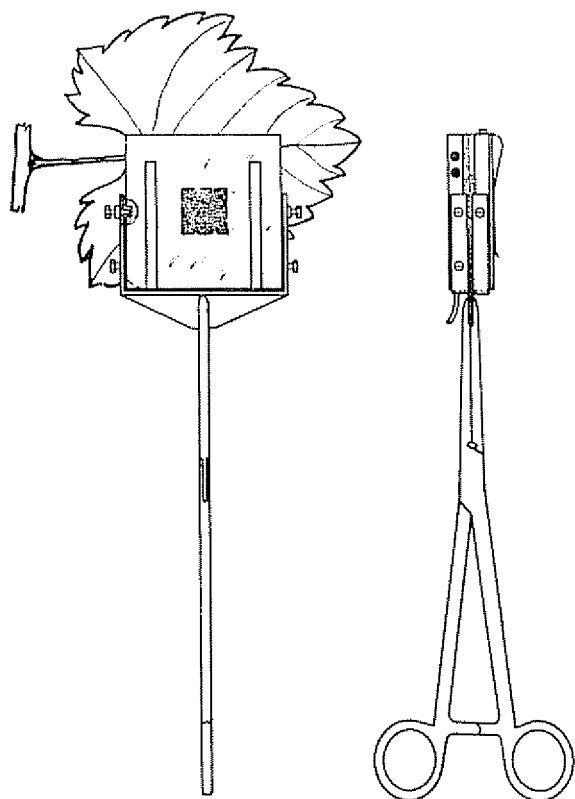


Fig. 2.—Esquema de la microcámara utilizada para determinación de la actividad fotosintética en hojas, por medio de una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14.

de aire constante durante un tiempo fijo (15 segundos) se logra por medio de un equipo dispensador en el que el émbolo de una jeringa es accionado mecánicamente por un motor que funciona con una corriente estabilizada procedente de una batería de 4,5 V. (Fig. 3). La producción del anhídrido carbónico marcado se realiza a partir de carbonato de bario marcado con carbono-14, al que se hace reaccionar con ácido láctico 2N. En las experiencias realizadas se utilizó un carbonato de bario de una actividad específica de 4 mCi/mmol siendo la concentración del anhídrido carbónico en el aire inyectado de 300 ppm. En cada experiencia se producía el volumen de aire que se iba a necesitar en todas las repeticiones y se almacenaba en un balón de plástico a la presión atmosférica (2).

El efecto de la intensidad luminosa sobre la actividad fotosintética de las hojas de la zona externa de la espaldera se estudió utilizando filtros de oscurecimiento (Kodak-Wratten) que se colocaban sobre la cámara que contenía la hoja.

Las intensidades luminosas en cada una de las zonas de la espaldera se determinaron con un luxómetro portátil (Pan-lux). En cada una de estas zonas se determinó la actividad fotosintética en función de la iluminación natural que recibían.

Una vez efectuada la asimilación del carbono-14 por la hoja, durante 15 segundos de exposición, se toma

una muestra de la zona marcada y se fija por calor inmediatamente. El conteo de la radiactividad de la muestra se realiza en centelleo líquido tras su procesado, el cual se verificará digiriendo el material con ácido nítrico (35 por ciento) durante 5 horas a 90°C y añadiendo posteriormente un centelleador adecuado (Instagel de Packard da muy buenos resultados).

A partir de las desintegraciones por minuto (d.p.m.) obtenidas en el conteo, se determina la actividad fotosintética teniendo en cuenta la actividad específica del anhídrido carbónico marcado, la superficie foliar procesada y el tiempo de fotosíntesis. Los resultados se expresan en mg de azúcar fijado por dm² de superficie foliar y por hora, suponiendo que cada milimol de carbono fijado equivale a 30 mg de azúcar.

Resultados

Iluminación de las distintas zonas de la espaldera

En el Cuadro 1 se expresa la iluminación que reciben las distintas hojas de la vid según su localización. Las determinaciones se realizaron en días despejados en que la iluminación a pleno sol era de 120 × 10³ lux. Se consideró tanto la zona expuesta a la luz como

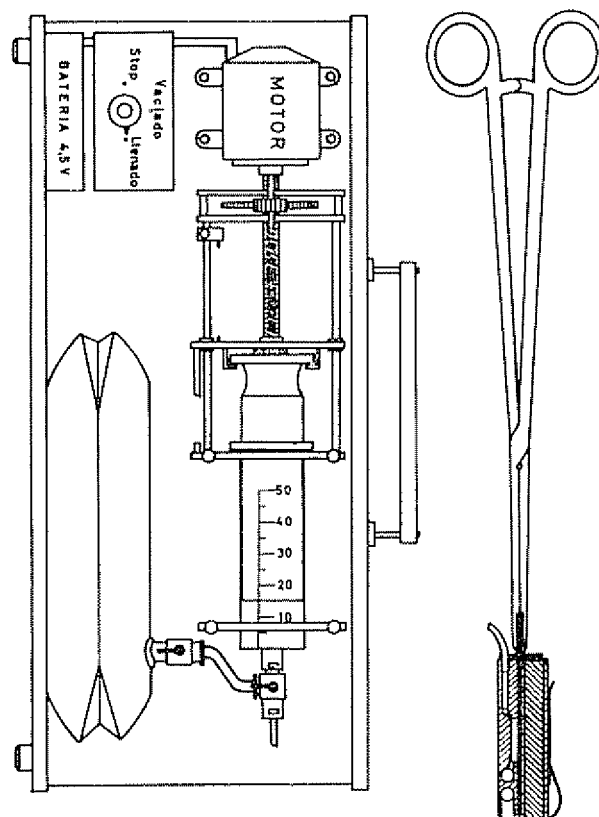


Fig. 3.—Esquema del equipo dispensador del aire marcado con carbono-14 para determinaciones de la actividad fotosintética.

Cuadro 1.—Iluminación recibida por las diferentes hojas de vid según su localización en la espaldera.

Exposición	Localización	Exterior		Subexterior		Interior	
	Altura	Lux	%	Lux	%	Lux	%
Zona soleada	Superior	120 000	100,0	9 000	7,5	2 000	1,7
	Media	120 000	100,0	4 000	3,3	700	0,6
	Inferior	120 000	100,0	4 000	3,3	200	0,2
Zona sombreada	Superior	15 000	12,5	7 400	6,2	1 600	1,3
	Media	6 000	5,0	2 000	1,7	400	0,3
	Inferior	4 000	3,3	800	0,17	160	0,1

la parte que quedaba en la sombra. Según se pudo comprobar, una hoja adulta absorbe más del 90 por ciento de la radiación incidente.

Actividad fotosintética de las hojas de la parte externa de la espaldera, en función de la iluminación que reciben

El efecto de diversas intensidades luminosas, conseguido con filtros de oscurecimiento, sobre la fijación del anhídrido carbónico por parte de las hojas de la zona externa de la espaldera se presenta en el Cuadro 2. Todas las experiencias se realizaron en verano, a medio día y con pleno sol.

Cuadro 2.—Relación entre la iluminación y la actividad fotosintética de hojas de vid situadas en la parte externa de la espaldera. Las distintas intensidades luminosas se consiguieron por medio de filtros de oscurecimiento.

Iluminación		Actividad fotosintética	
Luxes	%	mg azúcar dm ⁻² h ⁻¹	%
120 000	100,0	9,93	100,0
68 000	56,7	9,78	98,5
32 000	26,7	5,82	58,6
12 400	10,3	3,66	36,9
1 360	1,1	0,10	1,0

Actividad fotosintética de las distintas hojas según su situación en la espaldera

En el Cuadro 3 se detallan los resultados de la fijación del anhídrido carbónico en las distintas hojas según la iluminación que les llega al sitio que ocupan en la espaldera. También se expresa la actividad fotosintética de las hojas situadas en la zona interior al ser expuestas a una intensidad luminosa máxima.

Discusión y conclusiones

Según se aprecia en los resultados anteriores, la saturación lumínica en las hojas externas de la vid, en

Cuadro 3.—Actividad fotosintética de las hojas de vid según la posición que ocupan en la espaldera y la iluminación que reciben.

Localización de la hoja	Iluminación		Actividad fotosintética	
	Luxes	%	mg azúcar dm ⁻² h ⁻¹	%
Exterior (sol)	120 000	100,0	9,93	100,0
Exterior (sombra)	15 000	12,5	4,00	40,3
Subexterior (sol)	9 000	7,5	3,23	32,5
Subexterior (sombra)	6 000	5,0	1,80	18,1
Interior (sol)	1 000	0,8	0,22	2,2
Interior (sombra)	500	0,4	—	—
Interior sombra*	120 000	100,0	1,09	11,0

* Se trata de hojas situadas en la zona interior pero que se expusieron a pleno sol en el momento de realizar la determinación de la actividad fotosintética.

nuestra experiencia, se alcanza alrededor de los 68×10^3 lux. Según Kriedemann y Smart (4) el valor del punto de saturación lumínica para la vid depende de la variedad y también de las condiciones de iluminación a que se encuentre sometido el cultivo. El valor obtenido en nuestro trabajo es análogo al obtenido por Kriedemann y Smart (4) para la variedad 'Sultana' cultivada en el campo ya que 68×10^3 lux equivalen a unos $252 \text{ w} \times \text{m}^{-2}$. Bouard y Pouget (1) dan en su obra de revisión (5 p. 301) un valor medio de 25×10^3 lux para el punto de saturación lumínica de las hojas de vid, el cual es sensiblemente inferior al obtenido en nuestra experiencia para las hojas expuestas a pleno sol; tal vez este valor esté referido a plantas cultivadas en condiciones de menor iluminación.

Según el valor obtenido por nosotros, cuando las nubes produzcan un apantallamiento tal que la intensidad luminosa se reduzca en más del 50 por ciento, disminuirá la actividad fotosintética de las hojas de la zona externa.

Respecto a la iluminación de las hojas interiores se observa claramente que la intensidad luminosa se reduce considerablemente y que únicamente producen fotosíntesis neta positiva, las hojas de la capa subexterior con iluminación superior a los 5×10^3 lux. Según diversos autores (1, 3, 5), el consumo de azúcares por efecto de la respiración mitocondrial en las hojas de vid, oscila entre 1 y $1,5 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$, por lo que se deduce que las hojas de la zona interna consumen más que producen. Además, estas hojas están adaptadas a la baja iluminación y como consecuencia, tienen un punto de saturación más bajo que las hojas del exterior, lo cual indica que en el caso de que hubiera necesidad de efectuar operaciones de deshojado, sería preferible quitar las hojas del interior en lugar de las de la zona externa.

Resumiendo se podría concluir que a la vista de los resultados obtenidos, para un cultivo en espaldera no es aconsejable conducir la plantación de manera tal que existan más de dos planos foliares a cada lado de la espaldera (cuatro en total) ya que si hubiera más planos foliares, las hojas del interior serían 'parásitas' de las de la zona externa por no estar suficientemente iluminadas.

NOTAS Y COMENTARIOS

Conferencia Internacional de Cacao en Venezuela

Se ha recibido el primer anuncio de la VI Conferencia Internacional de Investigación de Cacao, que se realizará en Caucagua, Venezuela, en la primera mitad de noviembre de 1977. El certámen está auspiciado por la Alianza de Países Productores de Cacao, con sede en Lagos, Nigeria, y por el Gobierno de Venezuela.

El tema central será la necesidad de medios mejorados de lucha contra las enfermedades y plagas del cacao. Los trabajos de los participantes se presentarán en plenarios de ocho

Resumen

Se determina la iluminación que reciben las distintas hojas, según su localización, en un cultivo de vid conducido en espaldera de 2,2 m de altura y se estudia la actividad fotosintética de las hojas en función de la iluminación. Se llega a la conclusión de que solamente los dos primeros planos de hojas de cada lado de la espaldera tienen una fotosíntesis neta positiva.

Agradecimiento

El presente trabajo fue realizado en los viñedos del Instituto de Vitivinicultura de la Universidad de Trabajo del Uruguay, como parte del Proyecto de Asistencia Técnica URU/5/05 del Organismo Internacional de Energía Atómica, en colaboración con la Junta de Energía Nuclear de España. Los autores agradecen las facilidades recibidas por parte de las citadas Instituciones.

Literatura citada

1. BOUARD, J y POUGET, R. *Physiologie generale de la vigne*. In Ribereau-Gayon, J y Peynaud, E eds. *Sciences et techniques de la vigne*. Paris, Dunod, 1971. Col. 224-328, Tom I.
2. FERNANDEZ, J. A simple laboratory field system to determine photosynthetic activity in plants by means of $^{14}\text{CO}_2$. VI-th Annual Meeting of the European Society of Nuclear Methods in Agriculture, Cadarache, France, Sept. 1975.
3. KRIEDEMANN, P. E. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age. *Vitis* 7:213-220. 1968.
4. ——— y SMART, R. E. Effects of irradiance temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. *Photosynthetica* 5:6-15. 1971.
5. POSSINGHAM, J. V. Aspects of the physiology of grape vines. In Luckwill, L. C. y Cutting, C. V., eds. *Physiology of tree crops*. London, Academic Press, 1970. pp. 335-349.

secciones que versarán sobre genética y mejoramiento; plagas; enfermedades; agronomía; fisiología y regeneración; transformación y utilización; economía de la producción; métodos y técnicas de extensión; y misceláneos.

Los manuscritos completos se deberán remitir antes del 1º de junio de 1977 a: The Secretary-General, Cocoa Producers' Alliance, P.O. Box 1718, Lagos, Nigeria. Los compendios, de no más de 250 palabras deberán enviarse antes del 1º de abril a: Ing. Humberto Reyes, Director, Estación Experimental de Caucagua, Caucagua, Edo. de Miranda, Venezuela.

El Ing. Reyes contestará también consultas sobre alojamientos y condiciones en Venezuela.

Relationship between varying levels of copper and soil-pH on the growth and mineral composition of Arabica coffee plants*

E. A. ADUAYI**

COMPENDIO

Se cultivaron en suelo árboles de Coffea arabica L. (cv 'SL34') y se trataron durante doce meses con todas las combinaciones de seis concentraciones de Cu (0, 5, 10, 50, 100 ppm Cu y una aspersión de 0,75 per cent Cu₂O) y tres niveles de pH del suelo (4,5 - 5,0; 5,5 - 6,0; 7,0 - 7,5)

Se observó que los suelos ácidos (pH 4,5 - 5,0) que recibieron concentraciones de Cu mayores de 5 ppm dieron como resultado plantas de café con un crecimiento general retardado. Las hojas mostraron un contenido bajo de Fe y fueron severamente cloróticas en los tratamientos altos de Cu. Los suelos neutrales a alcalinos, aunque produjeron algo de clorosis en el follaje, se observaron que habían reducido grandemente los efectos retardatorios de las altas concentraciones de Cu, comparado con los tratamientos en los suelos ácidos. El pH del suelo casi neutral pareció ser el ideal para el crecimiento de las plantas de café, al compararse con el crecimiento más bien pobre en los suelos ácidos que recibieron varios tratamientos de Cu.

Comparando las plantas testigo con las asperjadas con Cu, se encontró que las plantas asperjadas mostraron un estímulo al crecimiento en todos los niveles de pH, particularmente en el suelo ácido que presentó aumento en el largo de los brotes y en el número de nudos, que los árboles en los niveles altos de pH. Este efecto se reflejó también en una concentración aumentada de elementos nutritivos minerales en varias partes de las plantas, comparado con plantas cultivadas en suelos con altos niveles de Cu y con los testigos. El Cu en las hojas fue más alto en las plantas asperjadas con Cu en relación con las no asperjadas. El aumento del pH del suelo por encima de 5,5 deprimió los efectos de la alta acumulación de Cu en el suelo y por consiguiente mejoró el crecimiento. — El autor.

Introduction

THE pH of any growth medium is an important factor that influences the availability and uptake of Cu by plants. Reuther and Smith (13), Reuther *et al.* (14) working with maize, observed severe Cu induced chlorosis in plants growing under very acid conditions (pH below 5.0) and high soil-Cu content. They noted that heavy liming of the soil produced better plant growth by reducing the toxic effects of excess Cu.

In Kenya, Arabica coffee is grown in soils of differing pH levels, ranging from below 4.0 at the Coffee Research Sub-station at Upper Kiambu, to 7.8 at Kalimoni estate near Thika (10). There have been suggestions that Arabica coffee can be produced more economically in soils of a moderately acid pH than in strongly acid soils (12).

No critical work has been reported, thus far in Kenya, on the Cu nutrition of coffee in relation to various pH regimes. Such a study is necessary in view of the frequent and continual use of Cu fungicide sprays on Arabica coffee grown in soils of varying pH. The purpose of this study was to examine, in soil-culture, the interaction between various concentrations of Cu and different levels of soil-pH on growth and nutrient composition of young Arabica coffee plants.

* Received for publication on March 12, 1976

** Soil Science Department, University of Ife, Ile-Ife, Nigeria

Materials and methods

Soils from coffee plantations at the Upper Kiambu Sub-station of the Coffee Research Station, Ruiru, Kenya, were selected for their relatively strong acid characteristics (pH 4.3).

Soil samples were collected to a depth of 50 cm, thoroughly mixed, brought to the greenhouse and air-dried. About 5.5 kg of the soil was then put in each 25 cm, free-drainage 'PVC' plastic pots, painted black to control algal growth. To the soil in each pot were added 28 g of Ammonium Sulphate Nitrate (ASN) containing 26 per cent N; 168 g of Single Super Phosphate (SSP) containing 21 per cent P_2O_5 , and 14 g of Chloride of Potash (KCL) containing 60 per cent K_2O . The soil mixture was kept moist with deionized rain water and incubated for a period of about four weeks to allow chemical reactions between soil and fertilizer to take place before planting the young coffee trees. In this manner a homogenous mixture of the added materials and soil was achieved. Prior to planting the trees, the pH of the soil in each pot was taken and then adjusted with "Magmax Green Label" (containing 26 per cent Ca and 18 per cent Mg), a liming and soil ameliorative material regularly used on coffee soils in Kenya.

Treatments

The treatments consisted of all combinations of three different pH ranges (4.5-5.0, 5.5-6.0, 7.0-7.5) and six copper concentrations (0, 5, 10, 50, 100 ppm Cu and a 0.75 per cent Cu_2O foliar spray). The various Cu levels were obtained by adding powdered Cu_2O at the appropriate amounts to the soil in each pot, or in the spray treatment by spraying once weekly a solution containing 0.75 per cent Cu_2O on the foliage. Each treatment was replicated three times. Hence there were 54 pots, with a single 2 year old coffee plant (cv 'SL 34') per pot.

The differential Cu treatments were commenced after two weeks of growth at the various pH levels. During the first month of treatment, some adjustments in pH were necessary. This was done by carefully removing the coffee trees, remixing the soil with an appropriate amount of "Magmax Green Label". In cases where the pH was observed to be higher than expected, H_2SO_4 was added to lower the soil pH. After pH adjustment, the soil was replaced and the seedlings replanted. It was not possible, however, to control the pH levels rigidly, due to the heterogeneity of the soil, the timelag in reaching equilibrium and the discriminatory mineral nutrient absorbing behaviour of the seedlings.

Moisture content was maintained by additions of deionized rain water as required. The surface soil in each pot was occasionally mixed in order to improve aeration and water penetration. Insect pests were controlled by monthly applications of 0.1 per cent fenitrothion (0,0-dimethyl -0-(3-methyl -4-nitrophenyl)

phosphorothinate). In order to control mid-day temperature which was always above 20°C in the greenhouse, the foliage of the trees was occasionally sprayed with deionized rain water, the floor of the greenhouse flooded with running water and the ventilators switched on. This procedure was found to have reduced the greenhouse temperature considerably and to have increased the humidity.

Records

Visual observations of the effects of the various treatments on the foliage were made weekly, while observations on the roots were made at the end of the experiment, by carefully washing the roots after uprooting them from the pots. The rate of shoot growth was estimated by measuring the length of the shoot from the base of each plant to the terminal bud. Diameter of the stem was measured by taking the means of four readings around the stem at 3 cm from the base. The number of nodes, and floral buds were determined monthly. At the end of the experiment (after twelve months of treatment) the coffee plants, separated into leaves, wood and roots, were washed in 0.1 N HCl and 0.1 per cent Teepol, rinsed in deionized water and finally dried overnight in an oven set at 65°C. The composition of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe and Cu in the plant and the nutrient content of the soil was determined as follows:

Soil samples

Air dried soil samples ground to pass through a 10-mesh nylon sieve, were analysed for pH in 1:2.5, Soil : 0.01 M $CaCl_2$ suspension using a glass electrode pH meter; total-N by the Kjeldahl's method, organic matter by the titration method of Walkley and Black; Available-P by the 0.5 M $NaHCO_3$ method of Olsen, exchangeable K, Ca, Mg, by the ammonium acetate leaching method and determined by atomic absorption spectrophotometry, while available-Cu was determined on an atomic absorption spectrophotometer after extraction with 0.05 M citrate - Na_2 EDTA solution.

Plant samples

The dry plant tissue samples were ground in a Wiley micro-hammer stainless steel mill using a 1 mm sieve. The ground samples were dried overnight at 100-105°C and then placed in a dessicator. Colorimetric determinations of total-N and P were carried out on a Technicon auto-analyser: N being determined by the alkaline sodium phenate-sodium hypochlorite method and P by the molybdo-vanadate method for the simultaneous determination of N and P in a micro-kjeldahl N-free H_2SO_4 /selenium digest solution. Concentrations of K, Ca, and Mg were determined by dissolving the ashed samples in 0.5 N HCl, and Fe, Cu, Zn and Mn were determined in nitric-perchloric acid digest solution and read on an atomic absorption spectrophotometer.

Table 1.—Morphological observations on the growth of coffee in soil culture at various levels of Cu and pH.

Cu Treatments	Soil - pH levels		
	4.5 - 5.0	5.5 - 6.0	7.0 - 7.5
Control	Depressed growth chlorotic leaves, slight defoliation, some lateral root tips were necrotic	Vigorous to normal growth of leaves and roots.	Slightly depressed growth; young leaves normal, old leaves severely chlorotic with necrotic patches; normal root growth.
5-10 ppm Cu	Severely necrotic, defoliation, root growth slightly reduced	Normal growth; some necrosis on older leaves, normal root growth.	Fairly normal growth; severely necrotic older leaves and slightly reduced root growth.
50-100 ppm Cu	Leaves were severely chlorotic, later turning necrotic; severe defoliation, die-back of shoots; severely depressed growth; roots were dark brown in colour	Leaves were severely chlorotic turning necrotic; severe defoliation, die-back of shoots; severely depressed growth; roots were dark brown in colour.	Leaves were severely chlorotic, turning necrotic; severe defoliation, die-back of shoots; severely depressed growth; roots were dark brown in colour.
0.75% Cu ₂ O foliar spray	Very healthy growth; tips of some leaves were slightly necrotic, normal root development	Healthy foliage growth, and vigorous root development	Young leaves were chlorotic and later necrotic; reduced root growth

Results

Morphological observations

The first symptoms from the high Cu treatments, marked by generally reduced growth of the coffee plants, appeared on the foliage one month after the commencement of the treatment. At the end of the experiment, severe reduction in growth, accompanied by chlorosis and necrosis on the foliage and pronounced tip burn of roots were observed at the higher Cu levels.

Table 1 shows differences in symptoms produced in coffee plants as a function of Cu levels and soil-pH.

The control coffee plants grown in very acid soils (pH 4.5-5.0) showed slightly depressed growth, and severe chlorosis in the leaves which finally resulted in the defoliation of mature leaves. These symptoms became more pronounced at the 5-10 ppm Cu treatments. There were numerous shortened internodes and fewer branches. At higher Cu concentrations (10 ppm Cu) the plants were obviously wilted with pronounced chlorosis in younger leaves and severe necrosis in the more mature leaves. Die-back of the root system of the affected plants showed rootlets with an abnormally dark colored appearance.

Foliar sprays of Cu, on plants grown in low soil-pH, produced healthier growth than control plants, with only slight necrosis at the leaf-tips; also root growth was more vigorous.

In medium acid soils (pH 5.5 - 6.0), the control plants produced normal, and sometimes vigorous growth. Growth declined slightly in plants receiving Cu concentrations from 5 to 10 ppm, with some chlorosis and necrosis in older leaves; root growth of these plants, however, was normal. At Cu treatments greater than 10 ppm, the symptoms were identical to those observed at

similar Cu concentrations in the very acid soils. Copper sprayed plants (at this medium acid soil pH level) were vigorous in growth and without any necrotic symptoms.

In alkaline soils (pH 7.0 - 7.5) the younger leaves of the control plants were normal in appearance, but the older leaves had scattered chlorotic and necrotic patches. The roots were slightly necrotic. Copper concentrations of 5-10 ppm, produced chlorosis in the young leaves and severe necrosis in the older ones, while the growth of the roots was slightly reduced. At still higher Cu concentrations (50-100 ppm Cu) complete death of the shoots was observed. The roots were severely reduced in growth, dark colored and without signs of new growth. These symptoms closely resembled those observed in plants growing in the other soil-pH regimes and receiving similar Cu concentrations. The Cu sprayed plants in the alkaline soils showed both chlorosis of the leaves, particularly in the young leaves, and some slight necrosis of the root tips.

In general, foliar chlorosis was more pronounced in the Cu sprayed plants in the alkaline soils than in those grown in the medium acid and strongly acid soils.

Growth characteristics

High Cu concentrations, at various soil-pH levels, markedly affected some growth characteristics of the coffee plant, as indicated in Table 2.

Stem diameter

Control plants in the very acid soils (pH 4.5 - 5.0) showed the lowest increase in stem diameter

Table 2.—The effects of increasing Cu concentrations and various soil -pH on some growth characteristics in young coffee plants grown in soil culture.

Treatments	Per cent increase in stem diameter			Per cent increase in Shoot length			Per cent increase in No of nodes/plant			Total No of Flower buds		
	Soil - pH			Soil - pH			Soil - pH			Soil - pH		
	4.5-5.0	5.5-6.0	7.0-7.5	4.5-5.0	5.5-6.0	7.0-7.5	4.5-5.0	5.5-6.0	7.0-7.5	4.5-5.0	5.5-6.0	7.0-7.5
Control	7.1	14.3	17.0	9.3	14.7	15.7	29.3	40.0	55.3	16	26	14
5 ppm Cu	15.3*	15.0	18.0	2.3**	9.0**	7.3**	15.7*	26.0*	22.0*	24*	26	14
10 ppm	13.5*	12.0	10.9*	3.3**	4.7**	6.0**	19.3	28.3	30.3**	24*	25	21
50 ppm	1.3*	0.9**	0.9**	0.9**	0.9**	3.7**	11.0**	20.0**	15.6**	2**	5**	4*
100 ppm	0.9*	1.7**	3.3**	1.0**	0.9**	1.3**	11.7**	20.3**	19.3**	1**	1**	1*
0.75 per cent Cu ₂ O spray	7.7	8.0*	13.3	18.0**	10.0*	7.3**	42.7*	30.3	49.0	14	11**	17
Means	7.6	8.7	10.6	5.8	6.7	6.9	21.6	27.5	31.9	14	16	12

In this and the following Tables: * Indicates differences significant at 5 per cent level
** Indicates differences significant at 1 per cent level

relative to plants in the medium (pH 5.5-6.0) and alkaline (pH 7.0-7.5) soils. Copper treatments from 5 to 10 ppm significantly increased stem diameter of plants grown in the strongly acid soils, and at higher Cu concentrations, stem increase was drastically reduced relative to the control. There was no marked effect of Cu at 5 to 10 ppm on stem diameter but percent increase in stem diameter was significantly reduced at higher Cu concentrations in both the medium and alkaline soils.

Foliar application of Cu had no effect on stem diameter in the very acid soils relative to the control, but decreased it in the medium and alkaline soils.

Shoot length

The increase in shoot length was severely reduced at Cu treatments from 5 to 100 ppm at all soil-pH levels. Particularly, shoot length was almost nil at 50 and 100 ppm Cu.

The sprayed treatment interestingly showed the greatest increase in shoot length at the lowest soil-pH and a decrease at the other pH levels when compared to the control treatment.

Node Number

Plants in the control treatment produced more nodes at higher soil-pH levels (5.5-6.0, 7.0-7.5) than plants in the very acid soils (pH 4.5-5.0). Node number decreased at 5-10 ppm Cu concentration at all pH levels. The decrease was less at 100 ppm than at 50 ppm Cu.

The Cu sprayed plants showed a significant increase in node number in the very acid soil-pH relative to plants in the control and soil-applied Cu treatments. There was no significant effect in node number between the Cu sprayed and unsprayed plants growing in the medium and alkaline soil pH levels.

Flower bud number

Flower bud number was consistently the highest at the medium soil-pH level (5.5-6.0) and was unaffected by Cu level up to a concentration of 10 ppm Cu. Copper treatments from 5 to 10 ppm showed a significant increase in flower bud number in plants growing in the strongly acid soil over the control. Plants in the alkaline soil had same trend as those in the medium soil-pH soil. However, the number of flowers produced was lower. Copper concentration greater than 10 ppm sharply reduced flower bud production at all three soil-pH levels.

Foliar application of Cu decreased flower bud number in comparison with the control, except at the alkaline pH level.

Soil nutrient content

The available nutrient content of soils in the pots at the end of the experiment (Table 3) showed remarkable increases when compared to the fertility of the soils prior to treatments. This was due partly to additions of N, P, K, Ca and Mg in the fertilizer and partly to the effect of added Cu on nutrient availability. The final soil pH values were with one exception (50 ppm Cu, at pH 4.5-5.0) within the desired ranges.

Table 3—Nutrient content of soils (adjusted to pH 4.5-5.0) at the end of the experiment.

Treatments	pH (1:2.5; soil: 0.01 M CaCl ₂)	Per cent		m.e. per cent (extractable)				ppm air-dry soil	
		N	OM	K	Cu	Mg	Mn	P	Cu
Control	4.8	0.23	2.2	3.7	7.9	3.3	0.66	201	3
5 ppm Cu	4.6	0.27	2.6*	3.8	7.9	3.7	0.70	242	67*
10 ppm "	4.6	0.28*	2.2	3.7	6.8	7.0*	0.60	156	117**
50 ppm "	5.2	0.28*	2.7*	3.3	5.3	10.6**	0.61	191	531**
100 ppm "	4.9	0.23	2.8*	2.6	4.3*	10.0**	0.59	155	980**
0.75 per cent Cu ₂ O spray	4.6	0.23	2.6*	3.5	6.6	3.0	1.04*	202	6
Means	4.8	0.25	2.5	3.4	6.5	6.3	0.70	191.2	284.0
Before start of experiment +	4.3	0.11	1.8	0.1	0.2	1.0	0.11	36	1

+ Same data in this and Tables 4 and 5

Total N in the strongly acid soil was significantly increased at the 10 and 50 ppm Cu treatments; soil-organic matter was increased at all treatments, except the 10 ppm Cu, treatments, while Mg and Cu were consistently increased with increasing Cu treatments when compared with the control. There appears to be no marked effect of treatments on soil-pH, -K, -Ca, -Mn and -P, except for a significant decrease in soil-Ca at 100 ppm Cu treatment and an increase in Mn in the sprayed soil.

Table 4 shows the final nutrient levels in the medium acid soils as affected by varying concentrations of Cu.

Application of various Cu concentrations to soils adjusted to pH 5.5-6.0, showed a marked decrease in

soil-pH and an increase in Mg at the 50 and 100 ppm Cu rates relative to the control. Soil-Mn was increased at the 100 ppm Cu concentration. There was a highly significant increase in soil-Cu with increase in the rate of Cu treatment. Soil -N, -OM, -K, -Ca and -P were unaffected by treatment when compared with the control. Copper spray application did not affect soil nutrient content, except pH which showed an increase over the control.

The pH values of the soil-applied Cu treatments in the alkaline soils were slightly lower than in the Cu spray soils, as indicated in Table 5

The alkaline soil-pH showed marked increases in soil-N, -OM and -Cu at increasing Cu treatments from

Table 4—Nutrient content of soils (adjusted to pH 5.5-6.0) at the end of the experiment.

Treatments	pH (1:2.5; soil: 0.01 M CaCl ₂)	Per cent		m.e. per cent (extractable)				ppm air-dry soil (available)	
		N	OM	K	Cu	Mg	Mn	P	Cu
Control	5.8	0.18	2.4	3.2	17.9	5.0	0.60	188	9
5 ppm Cu	5.7	0.17	2.4	3.5	21.2	2.0	0.58	285	103**
10 ppm	5.7	0.21	2.0	3.5	19.5	3.6	0.55	196	113**
50 ppm	5.6*	0.22	2.3	3.6	15.7	15.0**	0.56	233	630**
100 ppm	5.6*	0.17	2.5	2.9	15.1	12.0*	0.30*	148	923**
0.75 per cent Cu ₂ O spray	6.0*	0.20	2.4	3.1	18.7	1.3	0.68	217	22
Means	5.7	0.19	2.3	3.3	18.0	7.0	0.55	211.2	311.7

Table 5.—Nutrient content of soils (adjusted to pH 7.0-7.5) at the end of the experiment.

Treatments	pH (1:2.5; soil: 0.01 M CaCl ₂)	Per cent		m.e. per cent (extractable)				ppm air-dry soil (available)	
		N	OM	K	Ca	Mg	Mn	P	Cu
Control	7.1	0.12	1.6	2.3	17.8	16.3	0.31	208	8
5 ppm Cu	7.2	0.15	2.5*	2.6	18.1	9.3	0.43	158	75*
10 ppm	7.1	0.18*	2.4*	3.0	21.3	7.3	0.53*	243	199**
50 ppm	7.1	0.17*	2.4*	2.2	18.5	18.0	0.45	232	445**
100 ppm	7.0	0.16*	2.5*	3.0	18.7	15.3	0.35	162	873**
0.75 per cent Cu ₂ O spray	7.1	0.16*	2.5*	2.5	18.3	9.3	0.44	190	16
Means	7.2	0.16	2.3	2.6	18.8	12.6	0.42	198.8	269.3

5 to 100 ppm. Soil-N was, however, unaffected at the 5 ppm Cu treatment relative to the control. Soil-pH, -K, -Ca, -Mg, -Mn and -P were unaffected at the various Cu treatments, although a marked increase in soil -Mn was observed at the 10 ppm Cu treatment. The Cu-sprayed treatments only showed increases in soil-N and -OM in comparison with the control.

Leaves

Table 6 shows the nutrient concentrations in the leaves of plants grown in soil at various Cu and soil-pH levels.

In the strongly acid soil (pH 4.5-5.0), increasing the rate of soil-applied Cu markedly decreased leaf

Table 6.—Nutrient element concentration in the leaves of young coffee plants as affected by Cu concentrations and soil-pH

Treatments	Soil-pH	Macro-nutrients (per cent in DM)					Micro-nutrients (ppm in DM)			
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
Control	4.5-5.0	5.1	0.26	3.8	1.9	0.21	335	107	171	51
5 ppm Cu		4.9	0.16*	2.7*	1.8	0.19	204*	138	103	76
10 ppm		4.6	0.20	2.6*	1.1*	0.22	238*	98	82*	75
50 ppm		3.4*	0.28	1.5**	0.9*	0.20	330	76	71*	87
100 ppm		2.8**	0.25	1.6**	1.0*	0.20	434*	66	70*	128*
0.75 per cent Cu ₂ O spray		5.0	0.24	3.4	1.2*	0.17	575**	74	129	135*
Means		4.3	0.23	2.6	1.3	0.19	352	93	104	92
Control	5.5-6.0	5.0	0.18	3.5	2.4	0.24	757	83	137	64
5 ppm Cu		4.3	0.21	2.4	2.8	0.22	910	98	137	100
10 ppm		3.9*	0.27**	1.6*	1.9*	0.23	705	108	87	196
50 ppm		3.4*	0.26**	2.3	0.9**	0.26	347	107	97	217
100 ppm		3.3*	0.24*	2.2	1.2**	0.25	685	83	95	211
0.75 per cent Cu ₂ O spray		4.8	0.26**	3.6	2.3	0.24	353	140	134	200
Means		4.1	0.23	2.6	1.9	0.24	631	103	114	164
Control	7.0-7.5	4.0	0.21	2.9	1.1	0.43	245	82	125	64
5 ppm Cu		4.1	0.21	2.7	2.8*	0.48	572**	88	97	68
10 ppm		4.2	0.22	2.7	1.8	0.50	923**	122	62	150
50 ppm		3.5	0.23	2.3	1.2	0.31	300	116	63	222
100 ppm		2.9*	0.22	2.4	0.9	0.23*	263	71	98	164
0.75 per cent Cu ₂ O spray		4.4	0.25	3.4	2.1*	0.55	512*	102	159	20
Means		3.8	0.22	2.7	1.6	0.41	469	96	100	114

-N, -K, -Ca, -Mn and -Fe, and increased -Cu. The effect of treatments was most felt at Cu levels from 50 to 100 ppm. Except for a significant decrease in leaf -P at 5 ppm Cu, leaf-P, -Mg and -Zn were unaffected by the various soil-applied Cu levels. Copper spray treatment had no effect on leaf -N, -P, -K, -Mg, -Zn and -Fe; however, a significant decrease was observed for leaf -Ca, and an increase in Mn and Cu, relative to the control treatment.

Plants grown in the medium acid soil (pH 5.5-6.0) showed a significant decrease in leaf -N and -Cu and an increase in leaf -P at the 10 to 100 ppm Cu treatments. Except for a decrease in leaf -K at the 10 ppm Cu treatment, other nutrient concentrations in the leaves were unaffected by the various soil-applied Cu treatments. Copper spray significantly increased leaf -P.

Copper at 100 ppm in the alkaline soil (pH 7.0-7.5) significantly decreased leaf -N and -Mg, while leaf -Ca was increased at the 5 ppm Cu, with a marked increase in leaf -Mn at Cu treatments from 5 to 10 ppm. Foliar spray of Cu markedly increased leaf -Ca and -Mn.

Wood

Nutrient concentrations in the wood of the coffee plants receiving various Cu and soil-pH treatments are shown in Table 7.

There was no appreciable effect of treatments on wood-nutrient concentrations of plants grown in the

strongly acid soil-pH. Apart from inconsistent trends in N, Ca and Mn, increasing rate of Cu from 5 to 100 ppm, including the spray treatment showed increased wood-Cu concentration when compared with the control measurements.

In the medium acid pH level, Cu treatments from 50 to 100 ppm significantly increased wood -Mn and -Cu, while wood -Mg was increased at 50 ppm Cu and wood -Mn increased at the 100 ppm Cu treatments. Except for an increase in wood -P, Cu spray treatment did not affect the concentration of nutrients in the wood.

Copper treatments from 50 to 100 ppm increased wood -Mn of plants grown in the alkaline soil. Wood -Cu was significantly increased at increasing Cu treatment levels from 10 to 100 ppm. There was no effect of Cu spray treatment on wood nutrient concentrations.

Roots

The concentrations of nutrients in the roots, as affected by the Cu and pH treatments, are shown in Table 8.

Applying Cu from 10 to 100 ppm to plants grown in the acid soil (pH 4.5-5.0) significantly increased root -N, while Cu rates from 5 to 100 ppm increased root -P. Treatment effects on root -K was inconsistent. Copper treatment at 10 ppm decreased root -Fe. Root -Cu was increased significantly at the 100 ppm Cu treatment level. Copper spray showed a significant decrease in root -Fe when compared with the control.

Table 7.—Nutrient element concentration in the wood of young coffee plants as affected by Cu concentrations and soil-pH.

Treatments	Soil-pH	Macro-nutrients (per cent in DM)					Micro-nutrients (ppm in DM)			
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
Control	4.5-5.0	3.0	0.29	1.7	0.4	0.11	186	89	167	4.1
5 ppm Cu		3.1	0.24	2.2	0.6	0.13	429	109	148	87
10 ppm		2.7	0.28	2.3	0.5	0.12	371	88	63	179*
50 ppm		2.7	0.26	1.6	0.7*	0.10	644*	95	103	141*
100 ppm		2.1*	0.26	1.3	0.4	0.09	231	63	119	173*
0.75 per cent Cu ₂ O spray		2.7	0.27	1.5	0.4	0.07	158	102	152	122*
Means		2.7	0.26	1.7	0.5	0.10	356	91	125	124
Control	5.5-6.0	2.7	0.21	1.7	0.4	0.11	103	98	125	59
5 ppm Cu		2.6	0.23	1.7	0.6	0.16	232	105	123	103
10 ppm		2.6	0.24	2.0	0.6	0.17	198	113	154	190
50 ppm		2.5	0.19	2.2	1.0*	0.19*	312	86	94	390*
100 ppm		2.5	0.19	2.0	0.8*	0.15	540*	81	73	473**
0.75 per cent Cu ₂ O spray		3.0	0.28*	1.8	0.4	0.10	128	102	138	100
Means		2.6	0.22	1.9	0.61	0.14	252	97	117	219
Control	7.0-7.5	2.4	0.28	1.3	0.5	0.21	32	76	100	4.4
5 ppm Cu		2.1	0.24	1.5	0.6	0.24	137	149	75	135
10 ppm		2.2	0.23	1.3	0.4	0.33	108	139	87	172*
50 ppm		2.1	0.23	2.1	0.9	0.42	348*	104	81	195*
100 ppm		2.1	0.23	2.0	0.4	0.33	425*	122	48	157*
0.75 per cent Cu ₂ O spray		2.1	0.23	1.8	0.6	0.31	217	119	163	17
Means		2.1	0.24	1.6	0.5	0.30	211	118	92	120

Table 8.—Nutrient element concentration in the roots of young coffee plants as affected by Cu concentrations and soil-pH.

Treatments	Soil-pH	Macro-nutrients (per cent in DM)					Micro-nutrients (ppm in DM)			
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
Control	4.5-5.0	2.2	0.37	1.4	0.4	0.07	335	70	822	180
5 ppm Cu		2.1	0.18*	0.9*	0.4	0.08	351	60	639	384
10 ppm		1.5*	0.18*	1.2	0.4	0.08	446	56	302*	563
50 ppm		1.5*	0.12**	0.5*	0.3	0.04	218	62	343	1946
100 ppm		1.0*	0.16*	1.1	0.3	0.04	535	40	333	7308*
0.75 per cent Cu ₂ O spray		2.2	0.30	1.6	0.5	0.06	262	47	300*	60
Means	1.7	0.21	1.1	0.3	0.06	374	55	456	1740	
Control	5.5-6.0	2.3	0.24	1.9	0.6	0.15	149	57	495	82
5 ppm Cu		1.8	0.15	1.0*	0.7	0.10	513	60	306	274
10 ppm		1.8	0.30	1.2*	0.5	0.08	279	58	219	496
50 ppm		1.8	0.11*	0.3**	0.4*	0.05*	264	93	370	1354*
100 ppm		1.5*	0.10*	0.2**	0.4*	0.05*	298	75	269	2729**
0.75 per cent Cu ₂ O spray		2.4	0.28	1.7	0.6	0.10	268	78	470	45
Means	1.9	0.19	1.0	0.5	0.08	261	70	354	830	
Control	7.0-7.5	2.1	0.39	1.4	0.6	0.20	98	65	639	77
5 ppm Cu		2.2	0.37	1.5	0.7	0.28	208	55	420	219
10 ppm		1.9	0.21	1.1	0.4	0.14	277	50	339	341
50 ppm		1.3*	0.13*	0.2**	0.1	0.13	579**	68	218	1277*
100 ppm		1.4*	0.19*	0.6*	0.4	0.16	263	46	276	1202*
0.75 per cent Cu ₂ O spray		1.7	0.37	1.4	0.8	0.10	114	51	427	52
Means	1.7	0.27	1.0	0.5	0.16	256	55	386	528	

significant decrease in P. Plant -Cu was increased at the 100 ppm Cu treatments. Copper spray treatment also showed marked decreases in plant -K, -Mg, -Mn and -Fe when compared with the control.

At Cu treatments ranging from 5 to 100 ppm in the alkaline soil-pH level, plant -P and -Fe were significantly decreased, while Cu treatments from 50 to 100 ppm resulted in decreased plant -N, -K, -Ca (at 100 ppm Cu only), -Mg and -Zn. Plant -Mn was increased at the 5 and 10 ppm Cu treatments and plant -Cu increased at Cu treatment rate from 50 to 100 ppm. Copper spray decreased plant -P, -Zn, -Fe and significantly increased -Cu relative to the control.

Discussion

A comparison of growth records showed that a medium acid or slightly alkaline pH led to better shoot growth, the production of more nodes and a slightly more increase in stem diameter than was the case at the very acid pH. In respect to the number of flower buds counted, which has been correlated with yield of berries (9) the medium acid pH appeared to be optimal.

Even 5 ppm of added Cu led to a marked reduction in shoot growth and node number but it did not reduce stem diameter nor decrease the number of flower buds; at the extreme pH levels, there was in fact, an increase in flower buds. These facts are not necessarily contradictory because the flowers were produced on wood existing *before* the start of the experiment.

Copper treatments from 50 to 100 ppm in the medium acid soil showed marked decreases in root -P, -Ca, -Mg, while root -Cu was markedly increased relative to the control. A consistent decrease in root -K was observed at increasing Cu treatment levels. Copper spray did not affect root nutrient concentration. Copper treatments at 50 and 100 ppm in the alkaline soil showed significant decreases in root -N, -P, -K. Root -Mn was increased at the 50 ppm Cu treatments from 50 to 100 ppm markedly increased root -Cu relative to the control. Copper spray treatment did not affect root nutrient concentrations.

Total amount (g. or mg) of nutrients in the plant

The total amount of nutrients in the coffee plants, as influenced by Cu treatments under various soil-pH levels, is shown in Table 9.

Plants grown in the strongly acid soil and at Cu treatments levels from 5 to 100 ppm showed significant decreases in plant -P, -K (except for treatment at 10 ppm Cu), -Ca, -Zn, and -Fe in comparison to the control. Plant -N, -Mg, and -Mn were decreased at the 50 and 100 ppm Cu treatment. Copper spray treatment significantly decreased plant -Zn and Fe.

At Cu treatments from 5 to 100 ppm in medium acid soil, plant -N, -K, -Mg and -Fe were decreased, while Cu treatments from 10 to 100 ppm decreased plant -Ca, -Mn and Zn. Plant -P was unaffected by treatment, except at the 50 ppm Cu which showed a

Table 9.—Total amount of nutrient elements in g or mg in the whole coffee plant as affected by Cu concentrations and soil-pH.

Treatments	Soil-pH	Macro-nutrients (g)					Micro-nutrients (mg)			
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
Control	4.5-5.0	4.1	0.36	2.7	1.1	0.15	11	3	15	3
5 ppm Cu		2.8	0.16*	1.6*	0.8	0.11	12	2*	9*	5
10 ppm		2.7	0.20*	1.7	0.6*	0.11	9	2*	5*	18
50 ppm		1.4*	0.12**	0.7**	0.3**	0.06*	7*	1**	4*	23
100 ppm		1.1*	0.12**	0.9*	0.3**	0.06*	7*	1**	3**	48**
0.75 per cent Cu ₂ O spray		3.9	0.31	2.6	0.8	0.11	14	2*	7*	4
Means		2.6	0.21	1.7	0.6	0.10	10	2	7	16
Control	5.5-6.0	5.4	0.34	3.9	1.8	0.27	18	4	13	3
5 ppm Cu		3.2*	0.21	1.9*	1.5	0.17*	18	3	6*	5
10 ppm		2.9*	0.27	1.4**	0.9*	0.14*	11*	2*	4*	7
50 ppm		1.5*	0.10*	0.9**	0.5*	0.09**	7*	1*	3**	12
100 ppm		1.7*	0.12	1.0**	0.6*	0.10*	11*	1*	3**	26**
0.75 per cent Cu ₂ O spray		3.6	0.29	2.4*	1.2	0.15*	8*	3	8*	4
Means		3.0	0.22	1.9	1.0	0.15	12	2	6	9
Control	7.0-7.5	3.7	0.38	2.4	0.9	0.36	5	3	13	2
5 ppm Cu		2.7	0.26*	1.9	1.3	0.32	10*	3	6*	4
10 ppm		3.1	0.24*	1.9	0.9	0.35	16**	3	6*	6
50 ppm		1.3*	0.12**	0.9**	0.5	0.16*	7	1**	2**	10*
100 ppm		1.4*	0.13**	1.1**	0.4*	0.15*	6	1**	3**	10*
0.75 per cent Cu ₂ O spray		2.5	0.25*	2.0	1.1	0.29	8	2*	7*	12**
Means		2.4	0.23	1.7	0.8	0.27	8	2	6	7

Applied Cu levels above 10 ppm were obviously highly toxic, as indicated by the very marked decrease in all parameters measured including the number of flower buds. These high Cu concentrations apparently interfered with the development of flower buds on wood already formed. At 10 ppm Cu, the growth parameters were clearly affected relative to the control (except stem diameter at pH 4.5-5.0 for which the control value seemed anomalous) and the increase in flower bud numbers at both the very acid and somewhat alkaline pH levels relative to the control, might possibly be regarded as flowers induced by stress caused by unfavourable soil-pH levels such as those obtainable in the strongly acid and alkaline soils.

Copper sprays had a relatively slight effect on some of the growth parameters. It should be noted, however, that shoot growth and the formation of nodes at the lowest pH level (4.5-5.0) were promoted by the Cu sprays, though, admittedly this result was significant only for the first character. The number of flower buds was decreased by Cu sprays, though not significantly. It seemed as though the Cu spray treatment had generally promoted plant growth relative to the control treatment, and hence producing a slight 'tonic' effect often observed in coffee after Cu spray applications (1, 4, 18).

In all respects, including morphologic symptoms, the effects of Cu added to the soil were most severe under very acid soil conditions. It should be noted, however,

that the control plants thrived considerably less well at this soil-pH level. This fact may be explained by the ready availability of most heavy metals, as well as by the high concentration of H-ions *per se*. Reference to the undesirable effects of low pH on several plants has been made by Reuther and Smith (13), Seatz and Peterson (16), Dolar and Keeney (2).

In the present study, the highest accumulation of trace elements, particularly Cu (180-7308 ppm) was obtained in the roots, and to a lesser extent in the wood at the very acid pH level. It is inferred from this observation that under low soil-pH level (4.5-5.0) high Cu accumulation both in the soil and the roots would result in severe root injury and would adversely affect plant growth by hindering the absorption (by the roots) of other mineral elements. Ishizuka (5, 6) found that high root-Cu hindered nutrient translocation and arrested the meristematic activities in the roots.

At the high pH level (7.0-7.5), at least in the control, growth was not as favourable as under slightly acid conditions. This might be attributed to an inadequate availability of some trace elements, particularly, Fe and Cu (8, 11). Leeper (7) observed that Cu and other heavy metals are less mobile in alkaline soils, due to the formation of copper hydroxide, phosphate and other complexes, and since their atoms form covalent links and chelate compounds, they become tightly absorbed to the extent of not being available to plants. Following the findings by several workers (3, 15, 17)

on other crops, it is inferred in coffee, from the data presented herein, that the adverse effects of excess Cu could be reduced by liming a very acid soil-pH to near neutral pH and at the same time, increasing the fertility status of the soil through fertilization.

Summary

Two-year old *Coffea arabica* L. (cv 'SL34') trees were grown in soil culture and treated for twelve months with all combinations of six Cu concentrations (0, 5, 10, 50, 100 ppm Cu and 0.75 per cent Cu_2O spray) and three soil-pH levels (4.5-5.0; 5.5-6.0; 7.0-7.5).

It was observed that acid soils (pH 4.5-5.0) receiving Cu concentrations greater than 5 ppm resulted in coffee trees with generally stunted growth. The leaves showed low Fe content and were severely chlorotic at high Cu treatments. Neutral to alkaline soils although producing some chlorosis on the foliage, were observed to have greatly reduced the stunting effects of high concentrations of added Cu as compared with treatments in the acid soils. Near neutral soil-pH appeared ideal for the coffee plants when compared with the rather poor plant growth in the acid soil receiving varying Cu treatments.

Comparing the control plants with the Cu sprayed ones, it was found that the Cu-sprayed plants showed growth stimulating effects at all pH levels, particularly at the acid soil-pH which had increased shoot length and node number, than trees at the high pH levels. This effect was also reflected in increased concentration of mineral nutrient elements in various parts of the plants when compared with plants growing in soils applied with high Cu levels and the control. Leaf-Cu was highest in the Cu sprayed plants relative to the unsprayed ones. Increasing the pH of the soil above 5.5 depressed the effects of high Cu accumulation in the soil and hence improved growth.

Literature cited

- 1 ADUAYI, E. A. Effect of copper sprays on the mineral nutrient content and growth of Arabica coffee seedlings in Kenya. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 3:323-28. 1972.
- 2 DOLAR, S. G. and KEENEY, D. R. Availability of Cu, Zn and Mn in soils. 1. Influence of soil-pH, organic matter, and extractable phosphorus. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 22:273-78. 1971.
- 3 HAMILTON, J. and GILBERT, S. G. Relation of fertilization with copper and nitrogen to copper - deficiency symptoms, leaf composition and growth of tung. *Proceedings. American Society for Horticultural Science* 50:119-24. 1974.
- 4 HOLLIES, M. A. A. Effects of shade on the structure and chlorophyll content of Arabica coffee leaves. *Experimental Agriculture* 3:183-90. 1967.
- 5 ISHIZUKA, Y. The toxic action of copper ions on the growth of rice plants. I-The toxic action of copper ions on the growth of rice plant when half of its roots in placed in solution of CuSO_4 with or without nutrients. *Journal of the Science of Soil and Manure. Tokyo* 14:248-63. 1940.
- 6 ———. The toxic action of copper ions on the growth of rice plants. II-The abnormal accumulation of copper ion near the growth point of the root. *Journal of the Science of Soil and Manure. Tokyo* 16:43-45. 1942.
- 7 LEEPER, G. W. Factors affecting availability of inorganic nutrient in soils with special reference to micronutrient metals. *Annual Review of Plant Physiology* 3:1-16. 1952.
- 8 MITCHELL, R. C. Trace elements in soils. *In* Bear, F. E., ed. *Chemistry of the soil*. London, Reinhold Publishing, 1967. pp. 320-68.
- 9 MONTOYA, L. A., SYLVAIN, P. G., and UMAÑA, R. Effects of light intensity and nitrogen fertilization upon growth differentiation balance in *Coffea arabica* L. *Coffee* 3:97-104. 1961.
- 10 MUTISO, S. Yellow Cherry. *Kenya Coffee* 36:281-82. 1971.
- 11 OLSEN, C. Iron absorption in different plant series as a function of the pH value of the solution. *C. R. Trav. Lab. Carlsberg* 31:41-59. Taken from *Soils and Fertilizers* 21:393, (2304). 1956.
- 12 OMBWARA, C. J., ed. *Coffee Growers' Handbook*. Equatorial Publishers, Nairobi, Kenya, 1968. 112 p.
- 13 REUTHER, W. and SMITH, P. F. Effects of high copper content of sandy soil on growth of citrus seedlings. *Soil Science* 75:219-24. 1953.
- 14 ———, SMITH, P. F. and SCUDDER, G. K. Jr. Relation of pH and soil type to toxicity of copper to citrus seedlings. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 66:73-80. 1953.
- 15 ——— and LABANAUSKAS, C. K. Copper. *In*, Chapman, H. D. ed., *Diagnostic criteria for plants and soils*. University of California, USA. Chapter 11:157-79. 1966.
- 16 SEATZ, I. F. and PETERSON, H. B. Acid, alkaline, saline and sodic soils. *In* Bear, F. E., ed. *Chemistry of the soil*. London, Reinhold Publishing 1967. pp. 292-319.
- 17 SPENCER, W. G. Effect of copper on yield and uptake of phosphorus and iron by citrus seedlings growth at various phosphorus levels. *Soil Science* 102:296-99. 1966.
- 18 TRENCH, A. D. and McCLELLAND, T. I. Bordeaux spraying with particular reference to the leaf and berry fall of coffee. *Nairobi, Kenya Department of Agriculture Bulletin* 17:1-16. 1932.

Etude préliminaire sur les nématodes des plantes cultivées de Saint Domingue* ————— A. KERMARREC**, I. BELLIARD***

ABSTRACT

A nematological survey conducted in 1973 in the island of Santo Domingo gives the definition of the principal nematosis existing under different coastal plain and mountain cultivations.

This study, realised in collaboration with the Autonomous University of Santo Domingo and the Central Nematological Laboratory of the Institut National de la Recherche Agronomique (Antibes, France), gives the opportunity of a certain number of first phytophagous nematodes signalisations for the Caribbean aerea.

The most important species found are: Aphelenchoides besseyi, A. ritzemabosi, Pratylenchus spp., Ditylenchus dipsaci, Helicotilenchus crenacauda and H. pseudorobustus. — The authors

Introduction

SI la nématologie ne s'est installée que tardivement dans les petites Antilles, avec en 1971 la création du Laboratoire de Nématologie des Antilles françaises, des Unités de recherche existent de longue date dans les Grandes Antilles, en particulier à Cuba et Porto Rico.

Toutefois, de la seconde en dimensions des îles des Antilles septentrionales nous n'avions que peu de données faunistiques. En 1973, et à la demande de l'Université Autonome de Saint-Domingue, nous avons effectué une prospection nématologique à caractères agronomique et faunistique dans la République Dominicaine.

La littérature offre, à ce jour, peu de renseignements sur l'incidence des nématodes dans cette île et à notre connaissance les rapports techniques suivants sont disponibles à l'heure actuelle:

- Rapport de la Commission Caraïbe de la Protection des Plantes communiqué par Brown (1).
- Rapport interne sur les Nématodes du Tabac par Giral (2).
- Rapport de Orr (5), en mission de la USDA du Texas.

* Reçu le 19 juillet 1976, pour publication.

** Station de Zoologie et Lutte Biologique, INRA-CRAAG, 97170 PETIT-BOURG, Guadeloupe.

*** Université Autonome de Saint Domingue, Santo Domingo, République Dominicaine.

Mis à part le travail de Giral sur *Meloidogyne*, les rapports précédents limitent les descriptions des nématodes aux genres sans aucune précision quant aux espèces.

Avec un caractère plus élaboré, le travail de Roman (6, 7) apporte des données spécifiques sur les nématodes des cultures de canne à sucre.

Notre étude a porté sur un maximum de cultures distribuées selon une ligne allant de la capitale à Santiago, avec une incursion sur le plateau cultivé de Constanza caractérisé par un climat d'altitude (Figure 1).



Fig. 1 — Localisation des zones échantillonnées et altitudes correspondantes: 1 = Engombe (ferme de la USDA); 2 = San Cristóbal (ferme du CNIA); 3 = Gumbria garabitus; 4 = Juma; 5 = Quibigua; 6 = Moca; 7 = Jarabacoa; 8 = Azua; 9 = Constanza (zone tempérée d'altitude)

Tableau 1.—Principales incidences des phytoparasites à Saint-Domingue; zone subtropicale.

Plante	Localité	Ditylenchus sp	D. dipsaci	Ptilenchus sp	Iylenchorhynchus sp	Itylenchus sp	Helicotylenchus sp.	H crencauda	H dihystra	H flatus	H multinctus	H pseudorobustus	Scutellonema brachyurum	Radopholus similis	Koylechilus reniformis	Pratylenchus sp	P zea	P brachyurus	Metolodyne sp	M arenaria	M incognita	Itylenchus sp	Macroposthonia onensis	M sphaerocephala	Nothoctriconema mutabile	Aphelenchus avenae	Aphelenchoides besseyi	A rizemabosi	Longidorus laevicapitatus	Xiphinema sp.	X americanum	Frichodorus christei							
Arachide	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	#S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
Bananiar	1,2	—	—	—	—	—	+	—	*	—	—	—	—	—	#R	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
Cajanus	2	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	*	+	*R	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Soja	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Caféier	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Sorgho	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
Tournesol	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Maïs	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Riz	1,4,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Vigna	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Piment	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Melon	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Coton	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tabac	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mamoc	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Igname	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Patate	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

+ = Présence de l'espèce
 * = Présence à un niveau de population remarquable
 R = Dans les tissus racinaires
 S = Dans les tissus des semences

Tableau 2.—Principales incidences des phytoparasites; zone à climat tempéré d'altitude.

Plante	Localité	Ditylenchus sp	D dipsaci	Pstlenchus sp	Tylenchus sp	Tylenchothrychnus sp	Helicotylenchus sp	H crenacauda	H dihystra	H flatus	H multinctus	H pseudorobustus	Scutellonema brachyurum	Radopholus similis	Roylenchus reniformis	Pratylenchus sp	P zaeae	P brachyurus	Metidogynae sp	M arenaria	M incognita	Tylenchulus sp	Macroposthonia oenensis	M sphaerocephala	Nothocriconema murabile	Aphelenchus avenae	Aphelenchoides besseyi	A ritzenbosi	Longidorus laevicapitatus	Xiphinema sp	X americanum	Trichostrongylus christei		
Ail	9	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
Oignon	9	—	*R	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
Carottes	9	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Celeri	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chou	9	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
Chou fleur	9	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Haricot	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Laitue	9	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tomate	9	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Fraisier	9	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oseille	9	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Betterave	9	—	—	—	—	+	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pomme de terre	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*

+ = Présence de l'espèce
 * = Présence à un niveau de population remarquable
 R = Dans les tissus racinaires
 F = Dans les tissus foliaires

Les échantillons sont prélevés dans la zone des racines (sol et racines vivantes) et analysés par la méthode mécanique de la centrifugation flottaison. Les espèces sont déterminées après fixation au formol acide acétique et montage en anneau de paraffine dans de la glycérine.

Resultas de L'Enquête

Les Nématodes Phytophages

Les Tableaux 1 et 2 résument les principales mises en évidence des genres et espèces de nématodes parasitant les plantes cultivées. En ce qui concerne les localités, il est utile de préciser que toutes celles codées de 1 à 8 sont de climat subtropical alors que la 9 est typiquement tempérée d'altitude.

Les renseignements suivants peuvent venir en complément aux tableaux: *Heterodera* sp. a peut être été détecté sur soja, *Hélicotylenchus dibystera* trouvé sur betterave est du type *dibysteroïdes*, dans les semences d'arachide *Rotylenchulus* a été trouvé à l'état larvaire.

L'un d'entre nous a déterminé dans les semences de riz de Juma: *Ditylenchus petiti* et *Aphelenchoides besseyi* (230 individus par gramme de semences).

Les bulbes (aulx) et fraisiers contenaient des *D. dipsaci* en nombre suffisant pour entraîner la pourriture des plants.

Les cultures de champignon de couche n'ont révélé, en sondage rapide, qu'une présence faible des mycophages communs dans ces biotopes: *A. avenae*, *D. myceliophagus* (?) accompagnés de quelques *Seinura* sp carnivores.

Les Nématodes Saprophages

En ce qui concerne les formes libres dont le statut trophique reste douteux (Tableau 3), certaines se re

Tableau 3—Liste des genres de nématodes libres ou assimilés trouvés dans les sols de la République Dominicaine (ordre alphabétique).

Acrobeles	Clarkus	Panagrellus
Acrobelloides	Diphtherophora	Panagrolaimus
Aglenchus	Discolaimus	Paraphanolaimus
Alaimus	Dorylaimellus	Pelodera (Cruzema)
Antholaimus	Dorylaimus	Plectus
Aphelenchoides	Eucephaelobus	Prionchulus
Aphelenchus	Eudorylaimus	Pungentus
Carcharolaimus	Filenchus	Rhabditis
Cephalobus	Monhystera	Tylencholaimus
Cervidellus	Monochus	Tylenchus
Chronogaster	Mylonchulus	

Tableau 4—Matrice symétrique des valeurs C selon les fréquences des présences du genre concerné dans les localités et les cultures

P₁ = Pourcentage de localités où le genre est présent

P ₂ = Pourcentage de cultures où le genre est présent	P ₁					
	3	10	30	60	100	
3	18,4	—	—	—	—	—
10	10,4	5,7	—	—	—	—
30	6,0	3,3	1,9	—	—	—
60	4,3	2,3	1,3	0,9	—	—
100	3,3	1,8	1,0	0,7	0,6	—

trouvent avec une fréquence intéressante, d'autres restent très localisées. Afin d'analyser ces aspects qualitatifs de distribution un coefficient (C) est créé en utilisant la transformation inverse de la tangente pour écraser la variance liée aux pourcentages:

$$C = \text{arctg} (P_1 P_2)^{-1/2}$$

où P₁ et P₂ représentent les pourcentages de localités et cultures concernées par le genre considéré. Le Tableau 4 donne une idée des valeurs prises par le coefficient C dans divers cas.

Si l'on attribue à chaque genre un statut probable quant à ses habitudes trophiques, le coefficient C moyen se distribue selon les groupes de la manière suivante:

Saprophages (Rhabditides seulement)	= 3,8 (±3,1)
Saprophages (autres que Rhabditides)	= 8,0 (±1,6)
Saprophages (tous taxons)	= 6,3 (±3,1)
Carnivores	= 4,8 (±3,4)
Mycophages	= 2,4 (±1,6)

Parmi les Rhabditides, qui sont plus fréquents que les Dorylamides, on remarque en particulier *Eucephaelobus* (C = 1,0); *Panagrolaimus* (C = 1,5); *Rhabditis* (C = 1,7) et *Cephalobus* (C = 1,7).

Les Rhabditides les plus rarement rencontrés sont *Pelodera* (C = 8,9) et *Chronogaster* (C = 8,9).

Les Mononchides sont assez fréquents (*Mylonchulus* (C = 2,0)). Les genres mycophages très fréquents sont dans l'ordre: *Aphelenchus* (C = 0,9) *Aphelenchoides* (C = 1,3) et *Tylenchus* (C = 1,4).

Discussions

Les résultats de l'enquête nématologique menée dans l'île de Saint Domingue apportent des compléments d'informations sur la faune des helminthes associés aux cultures. Les quelques travaux antérieurs cités en bibliographie, ainsi que certaines études faunistiques récentes effectuées dans cette île ou dans les Petites Antilles permettent des comparaisons au niveau des déterminations spécifiques.

Ainsi Roman (6), travaillant sur la canne à sucre a mis en évidence un nombre important d'*Hoplolaimidae*. Sur le riz nous avons en plus *Helicotylenchus crenicauda* et *H. pseudoobustus*.

Bien qu'un doute reste encore de mise, il est probable que les nématodes réniformes rencontrés sont de l'espèce *reniformis*.

Parmi les *Criconematidae* des Antilles venant s'ajouter aux *Macroposthonia denoueni*, *onoensis*, *palustris* et *sphaerocephala* signalé aux Antilles françaises par Kermarrec et Scotto la Massese (3) nous avons pu mettre en évidence *Nothocriconeema mutabile* à St Domingue.

En ce qui concerne les impacts agronomiques nationaux et internationaux pour St Domingue, la présence d'*Aphelenchoides besseyi* dans les semences de riz, de *Pratylenchus* dans les racines des plants de pépinière de caféier, de *Ditylenchus dipsaci* dans les aulx et de *A. ritzemabosi* dans les fraisiers, pose et posera un certain nombre de problèmes de pertes au niveau des rendements et de quarantaines internationales. Brown (1) signalait déjà en 1972 la présence de *D. dipsaci* à St. Domingue dans la littérature internationale phytiastrique (FAO).

Il est dès à présent urgent et primordial pour la République Dominicaine d'organiser et de développer un laboratoire de Nématologie afin d'étudier avec plus de précision l'importance et la dynamique des principaux parasites mis en évidence par ce travail. Une enquête complémentaire devra rechercher les espèces dont les présences restent soupçonnées (*Heterodera*, *Scutellonema bradys*, ...)

Resumé

Une enquête nématologique effectuée dans l'île de Saint Domingue en 1973 nous a permis de définir les principales nématoses rencontrées dans les cultures des plaines littorales et d'altitude.

Cette étude, réalisée en collaboration avec l'Université Autonome de Saint Domingue et le Laboratoire Central de Nématologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Antibes, France) apporte un certain nombre de premières signalisations de phytophages pour les Caraïbes.

Resumen

En 1973, a petición de la Universidad Autónoma de Santo-Domingo hemos realizado una prospección nematológica en la República.

Nuestro estudio se refirió a un máximo de cultivos, repartidas según una línea trazada desde la Capital hasta Santiago, con una incursión sobre el altiplano cultivado de Constanza, caracterizado por un clima de altura.

Los resultados de esta encuesta nematológica dan informes complementarios en cuanto a los nematodos asociados a los cultivos y permiten hacer comparaciones, al nivel de las determinaciones específicas.

En cuanto a las consecuencias agronómicas nacionales e internacionales, para Santo-Domingo, la presencia de *Aphelenchoides besseyi* en las semillas de arroz, de *Pratylenchus* en las raíces de los plantones de viveros de caféto, de *Ditylenchus dipsaci* en el ajo, de *A. ritzemabosi* en las fresas plantean y plantearán un cierto número de problemas de baja de rendimiento y de cuarentena internacionales.

Remerciements

Monsieur le Doyen et Madame la Vice-Doyenne de l'USAD, les Ingénieurs P. Jiménez, C. Torres, et T. Mateo trouveront ici toute notre reconnaissance pour la réussite de l'enquête.

Les déterminations spécifiques sont de M. Scotto la Massese pour les *Tylenchida* et les Saproghages et de M. Cayrol pour les *Aphelenchina* (Laboratoire de Nématologie, INRA-ANTIBES, France)

Ce travail a été effectué avec la collaboration technique de M. A. Anais en Guadeloupe.

Littérature citée

- BROWN, A. L. Plant pests of importance to the Caribbean (FAO CPCC) 1972
- GIRAL, C. Rapport du Laboratoire de Phytopathologie (Identification des espèces de *Meloidogyne* des plantations de Tabac). Rapport interne. Ronéo 1973.
- KERMARREC, A. et SCOTTO LA MASSESE, C. Données nouvelles sur la composition et la dynamique de la nématofaune des sols des Antilles Françaises. Annales de Zoologie et Ecologie Animale 4(5):513-527. 1972.
- et SCOTTO LA MASSESE, C. New contribution to the study of the nematode fauna in the French West Indies. Nematropica 2(2):41-43. 1973.
- ORR, C. C. Plant parasitic Nematodes of the Dominican Republic. Rapport interne. Ronéo. 1973.
- ROMAN, J. Nematodes associated with sugar cane in the Dominican Republic. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 59(2):138-140. 1975.
- , et GRULLON, I. Preliminary studies on the nematodes associated with sugarcane in the Dominican Republic. Abstracts of the VIIIth Organization of Tropical American Nematologists. Riverside, California, 1974.
- SCOTTO LA MASSESE, C. The principal plant nematodes of crops in the French West Indies. In Nematodes of Tropical Crops, Peachey J. E. Ed. Farham Royal, England, Commonwealth Bureau of Helminthology. Technical Communication N° 40, 1969. 355 p.

NOTAS Y COMENTARIOS

Sede Central del IICA

A comienzos de octubre de 1976 se inauguró el edificio que alberga a la sede central del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Luego de 34 años de existencia, el IICA reafirma su solidez y permanencia como organismo al servicio de América al inaugurar su propia casa en uno de los países miembros.

El edificio está situado en las afueras de San Isidro de Coronado, en Costa Rica en un terreno de dos hectáreas, a 9 y medio kilómetros, unos 10 a 15 minutos en automóvil, del centro de San José. Está situado a 1385 metros sobre el nivel del mar, latitud 9°58' Norte y 84°00' Oeste. La zona ecológica natural es Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-P). Como expresó el Presidente de Costa Rica, Sr. Daniel Oduber, durante la ceremonia, la casa del IICA está situada en una zona donde termina la ciudad y empieza el campo costarricense, una de las más bellas campiñas de la Meseta Central, lo que puede constituir un símbolo del acercamiento del IICA actual al campesino americano.

Como dijo el Director General del IICA, Dr. José Emilio G. Araujo, en su discurso de inauguración, este edificio simboliza el cúmulo de esfuerzos, el trabajo de todos los hombres y mujeres que desde la fundación del IICA han luchado por el mejoramiento del nivel de vida del hombre rural de América. Representa el deseo de la institución de conseguir una eficiencia todavía mayor en sus operaciones.

Representa además, agregaremos, la coronación de los esfuerzos de su más esforzado propulsor, el propio Dr. Araujo, quien no solo tuvo la idea original y logró, gracias a su persistencia y entusiasmo, obtener la comprensión y apoyo de la Junta Directiva del IICA, sino también realizar el levantamiento del edificio que se inauguró en octubre de 1976.

La roya del café en Nicaragua

En noviembre de 1976 fue detectada en la zona de Carazo, Nicaragua, la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en varias plantaciones de café. Esto significó la presencia por primera vez de esta enfermedad en América Central, y causó gran alarma en la región que depende en un alto grado de la agricultura del café.

La Dirección General del IICA se movilizó con celeridad de emergencia, así como también el Programa Cooperativo para la Prevención y Control de la Roya y otras Plagas y Enfermedades del Café, que el IICA tiene en operación en El Salvador, bajo la dirección del Dr. Carlos Enrique Fernández. El Director General, Dr. José Emilio Araujo, solicitó a la Junta Directiva, en Washington, D.C., una asignación de fondos para emprender un programa inmediato de ayuda a los esfuerzos emprendidos por todos los gobiernos y organismos del istmo para combatir los focos de ese patógeno y erradicarlo de Centroamérica. La Junta Directiva acordó asignar con este fin una partida de 25 000 dólares, basándose en un programa de a) colaboración en la erradicación de la roya; b) colaboración en la difusión de mejores sistemas, métodos y procedimientos, cuando la enfermedad sea localizada; c) colaboración en la distribución de los cultivares resistentes a la roya que se encuentra en el CATIE, en Turrialba; y d) adaptación a las condiciones de Nicaragua y de otros países centroamericanos de los mejores sistemas de muestreo de los cafetales (*El IICA en América*, vol II, N° 4).

El Dr. C. E. Fernández entró de inmediato en contacto con organismos regionales y nacionales para discutir los planes de acción inmediatos. Entre estos cabe mencionar a la Oficina Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), con el Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, con la Dirección Regional para la Zona Norte del IICA, en Guatemala, y con el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua.

Vacuna antiaftosa; un nuevo concepto

Por primera vez, se está usando experimentalmente un nuevo concepto en vacunas para proteger al ganado contra la aftosa, la más temida enfermedad del ganado vacuno. La nueva vacuna está hecha de una proteína de la cubierta no infecciosa del virus, en vez de virus enteros muertos o debilitados que se usan en todas partes para producir vacunas para enfermedades producidas por virus (*Agricultural Research*, agosto 1976). Las investigaciones más recientes muestran que sólo es necesaria la proteína exterior de un virus para provocar la respuesta inmunológica de un animal.

El equipo responsable de este hito en la investigación básica sobre vacunas de virus está compuesto por Howard L. Bacharch, D. M. Moore, P. D. McKecher, y J. Polatnick, del Centro de Enfermedades de Animales de Plum Island, New York. La isla queda a la altura del extremo oriental de Long Island y provee así un aislamiento natural para estudios con enfermedades exóticas de animales. En Estados Unidos, la aftosa no se ha detectado desde 1929. Las únicas zonas mayores del mundo libres de la aftosa son los continentes de Norteamérica (con Mesoamérica) y Australia, junto con áreas geográficamente aisladas más pequeñas, tales como Nueva Zelanda, Japón, Gran Bretaña, y los países escandinavos. El resto del mundo vive con un programa de vacunación y con la enfermedad.

Una consecuencia de la nueva vacuna es la implicación que tienen para virus humanos. El virus de la aftosa, los virus de los resfriados comunes y el de la poliomielitis, son miembros del mismo grupo de virus, conocidos como el grupo picornavirus, pequeños virus que contienen ácido ribonucleico. Todos los picornavirus tienen la misma estructura básica: un corazón de RNA (la porción del virus que causa la enfermedad), envuelto por una cubierta de proteína que consiste de 60 copias de cada una de cuatro diferentes proteínas.

Según el Dr. Bacharch, el usar virus enteros para extraer la proteína para la nueva vacuna contra la aftosa necesita técnicas caras y lentas, de tal manera que el próximo paso en el futuro será el determinar la estructura química exacta de la molécula crucial de proteína en el virus de la aftosa. Entonces la nueva vacuna puede ser construida sintéticamente en el laboratorio sin el uso de virus.

Congreso de Veterinaria y Zootecnia en Santo Domingo

El Octavo Congreso Panamericano de Medicina Veterinaria y Zootecnia tendrá lugar del 1° al 6 de agosto de 1977 en la República Dominicana, estando a cargo de la organización la Asociación Dominicana de Médicos Veterinarios. El énfasis de la reunión es en las nuevas técnicas aplicadas a la salud, la producción animal y las enfermedades transmisibles al hombre. Se tratará también de la transmisión de nuevos conocimientos y técnicas para conseguir el aumento de la producción animal.

El presidente de la comisión organizadora, Dr. Miguel A. Corniel, visitó recientemente Caracas, durante la IX Reunión Interamericana a Nivel Ministerial sobre el Control de la Fiebre Aftosa, con el fin de establecer contacto con los Ministros de Agricultura de los países americanos para motivarlos e invitarles al certamen que auspicia la República Dominicana.

Efecto del consumo de pasto verde sobre el consumo de pulpa de café y la ganancia de peso en novillos*

M. E. RUIZ**, A. RUIZ**

ABSTRACT

A total of 49 Brahman steers were fed a ration containing 66.83 per cent dehydrated coffee pulp plus different levels of green forage. The ration was offered ad libitum and the forage at decreasing levels of 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12 and 0 per cent of the maximum forage consumption under full feeding conditions.

The inclusion of green forage resulted in increased consumption of the ration containing coffee pulp up to a level of 600 g of fresh forage (27 per cent D.M.)/100 kg of live weight. Any further increase of forage beyond this point, resulted in a decrease in coffee pulp consumption, resembling a substitution phenomenon. This relationship is mathematically expressed by the function: $Y = 0.557 + 0.492e^{-X} - 0.457e^{-2X}$ ($R^2 = 0.86$, $P \leq 0.05$) where $Y =$ daily coffee pulp consumption, kg of dry matter (D.M.)/100 kg live weight, and $X =$ daily green forage consumption (27 per cent D.M.) kg/100 live weight.

The average daily gain in the absence of forage, was negative (-227 g/100 kg live weight) and increased logarithmically as the levels of forage increased. This tendency was maintained at the higher levels of forage, although the increments in weight gain decreased. The function, $Y = 0.032 + 0.068 \log X$, ($R^2 = 0.98$, $P \leq 0.01$) describes this relationship, where $Y =$ daily weight gain, kg/100 kg live weight, and $X =$ daily green forage consumption (27 per cent D.M.), kg/100 kg live weight.

Feed conversion increased as the levels of forage increased. The feed conversion indexes were low for all treatments, as a result of low weight gains, caused by low total dry matter consumption and a general negative effect of coffee pulp on weight gain.

It is concluded that the consumption of rations based on coffee pulp can be maximized with the addition of 0.600 kg of green forage/100 kg of live weight/day. The intensive use of coffee pulp in animal feeding is not advisable due to its negative effect both on weight gain and feed utilization. Nevertheless, it could be used as the basic ingredient in maintenance rations.

Introducción

LA pulpa de café en América Tropical constituye uno de los desechos agro-industriales más abundantes y baratos, con uso potencial en la alimentación animal; además, su remoción representa para las plantas procesadoras de café un problema, tanto de índole sanitario como económico. Sin embargo, su uso en la alimentación animal se ha visto limitado por la poca aceptabilidad por parte del ganado y sus efectos

fisiológicos adversos, caracterizados principalmente por el aumento en la excreción de nitrógeno urinario (5).

Resultados de varios trabajos han demostrado que tanto las ganancias de peso como el consumo de alimentos y la eficiencia de conversión están inversamente relacionados a los niveles de pulpa en la ración (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9). La disminución en las ganancias de peso ha sido atribuida principalmente a la merma en el consumo de alimentos, llegándose en casos extremos, cuando no se provee forraje, a la discontinuación de los trabajos para evitar la pérdida de los animales por inanición (12).

Bara *et al.* (2), utilizando niveles de 15 ó 30 por ciento de pulpa en la ración, asociados con pasto verde, encontraron que no existieron rechazos de las raciones

* Recibido para la publicación el 8 de setiembre de 1976

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

comparadas, y que la pulpa de café, seca o ensilada, puede sustituir sin desventaja el 15 por ciento de la materia seca de la ración. En uno de los ensayos realizado en Turrialba por Squib (12) se encontró que cuando se usó ensilaje de pulpa de café, suministrado *ad libitum*, junto con 2,30 kg de concentrado, el consumo de pulpa era de 10 kg/animal/día, y cuando a este régimen de alimentación se añadió 6 kg de *Paspalum virginatum*, el consumo de pulpa de café aumentó a 14,4 kg/cabeza/día. Aunque las razones para estos comportamientos no se han dado, es posible que la presencia de pasto sea necesaria para lograr consumos y ganancias de peso aceptables, a través de un efecto estimulante de la fibra sobre las contracciones del rumen y la velocidad de paso de los alimentos.

Basándose en estos resultados se diseñó el presente experimento con el objeto de evaluar el efecto de diversos niveles de consumo de pulpa de café y la resultante ganancia de peso.

Materiales y métodos

Se usaron 49 novillos y toretes encastados Brahman con un peso promedio inicial de 325 kg. Los animales fueron adaptados con una ración similar a la descrita en el Cuadro 2, pero conteniendo 80 por ciento de pulpa de café deshidratada, ofrecida *ad libitum*. Además, se usó pasto fresco, también ofrecido *ad libitum*. La cantidad de pasto se fue reduciendo paulatinamente hasta alcanzar un consumo equivalente al 12,5 por ciento del máximo consumo posible de pasto, bajo condiciones de corral. A partir de este momento, se dividió el lote en siete grupos experimentales aumentándose o disminuyéndose el pasto según lo establecido en el Cuadro 1. El período de adaptación tuvo una duración de 42 días y una vez terminado el mismo, los animales fueron desparasitados interna y externamente.

Cuadro 1.—Descripción de tratamientos

Tratamiento	Pasto verde* % del consumo <i>ad libitum</i>	Suplemento basado en pulpa de café
I	100	<i>ad libitum</i>
II	50	<i>ad libitum</i>
III	25	<i>ad libitum</i>
IV	12	<i>ad libitum</i>
V	6,25	<i>ad libitum</i>
VI	3,12	<i>ad libitum</i>
VII	0	<i>ad libitum</i>

* Pasto Alemán, Estrella, Gamalote, 27% M.S., 5,56% P.C. (promedios de diez muestras).

Cuadro 2.—Composición* de la ración a base de pulpa de café.**

Ingrediente	Nivel (100% M.S.)
Pulpa de café deshidratada	66,83
Melaza de caña	21,57
Harina de carne y hueso	4,10
Urea (16% N)	2,50
Sal común	1,00
Harina de hueso	1,00

* Se suplementó con vitaminas y minerales trazas según recomendaciones del N.C.R. (11)

** La ración contenía 80,23% M.S., 15,2% en base seca y 2,5 Mcal E.M./kg M.S.

Se usó un diseño irrestrictamente al azar con siete tratamientos y siete repeticiones (animales). Los tratamientos se describen en el Cuadro 1. La variable independiente fue el suministro de distintos niveles de pasto verde cortado, administrado dos veces al día, variando desde el ciento por ciento del consumo *ad libitum* en corral hasta un nivel de cero por ciento. Se ofreció por separado una mezcla (Cuadro 2), basada en pulpa de café, para consumo *ad libitum* en todos los tratamientos.

El consumo de pasto fue total, registrándose las cantidades ofrecidas diariamente. El consumo de ración se estimó por diferencia entre la cantidad de mezcla ofrecida y la cantidad rechazada. Los animales fueron pesados al inicio del experimento y luego cada 14 días hasta la finalización del mismo. La ganancia diaria fue estimada por regresión lineal entre los pesos y los días transcurridos en la prueba. La fase experimental tuvo una duración de 101 días, excluyendo el período de adaptación.

Resultados y discusión

El resumen de las observaciones se presenta en el Cuadro 3, donde tanto los insumos como la ganancia de peso están expresados en base a 100 kg de peso vivo con el fin de facilitar la comparación entre animales, debido a que por causa de los tratamientos, se establecieron grandes diferencias entre los pesos vivos de los animales.

Cuadro 3—Consumo y ganancia de peso por cada 100 kg de peso vivo/día

Nivel de pasto % ^a	Consumo diario de pasto kg ^{a,c}	Consumo diario de suplemento kg ^{a,c}	Consumo diario de M.S. total kg ^{a,c}	Consumo diario de proteína g ^{a,c}	Ganancia diaria de peso g	Eficiencia conversión del alimento % ^{a,c,d}
100,00	1,77	0,81	2,58	215	105	4,10
50,00	0,88	0,86	1,74	176	64	3,70
25,00	0,41	0,99	1,43	171	46	3,20
12,50	0,22	0,81	1,06	149	21	2,00
6,25	0,13	1,03	1,16	172	-17	-1,40
3,12	0,06	0,94	1,00	157	-30	-3,00
0,00	0,00	0,91	0,91	141	-227	-25,00

^a El consumo de pasto *ad libitum* = 100%

^{b,c} En base seca

^d % eficiencia = $\frac{\text{Ganancia diaria de peso}}{\text{Consumo diario de M.S. total}} \times 100$

Los datos del Cuadro 3 se emplearon luego para establecer tendencias y predicciones sobre las cuales se basan las discusiones siguientes:

1. Consumo de pulpa de café

En ausencia de pasto verde, el consumo diario de pulpa de café fue de 591 g/100 kg de peso vivo. La inclusión de pasto fresco en la dieta resultó en aumentos casi lineales de consumo de suplemento, hasta llegar al nivel de 600 g de pasto fresco por cada 100 kg de peso vivo, punto en el cual se logra un consumo de 689 g de pulpa/100 kg de peso vivo (Fig. 1). Estos resultados podrían ser parcialmente explicados por la presencia de fibra larga en el rumen, lo cual podría haber estimulado las contracciones ruminales y favorecido la velocidad de paso de los alimentos. Este efecto no se

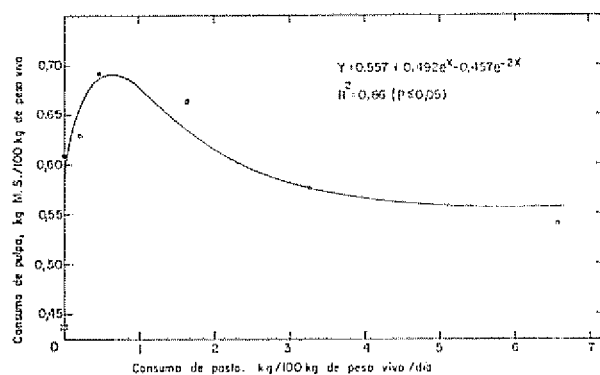


Fig. 1.—Efecto del consumo de pasto verde sobre el consumo de pulpa de café

mantuvo con niveles de pasto superiores a 600 g/100 kg de peso vivo; en contraste, a medida que los niveles de pasto aumentaban sobre cada cantidad, el consumo de suplemento disminuía estableciéndose una relación negativa. Esta relación fue altamente dominante, como se observa en la Figura 2 en que el animal no compensa la disminución en el nivel de pasto con un aumento en el consumo de suplemento.

Considerando que los consumos totales de M.S./100 kg de peso fueron muy bajos (0,91 a 2,58 kg), debe ser descartada la posibilidad de un efecto competitivo entre estos alimentos pues se supone que los animales no habían saturado su capacidad de consumo. Al presente no se cuenta con información suficiente para postular una explicación lógica a estas observaciones. Debe

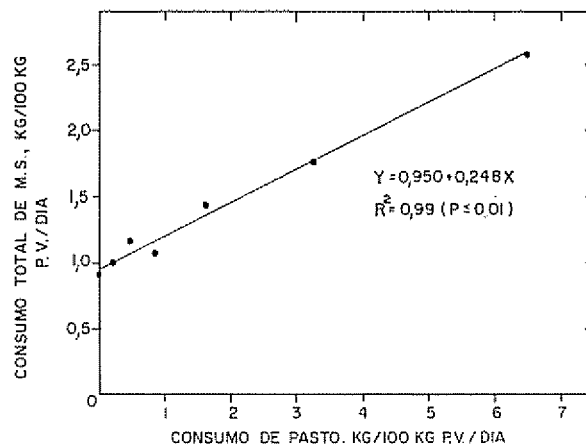


Fig. 2.—Relación entre el consumo de pasto verde (27% M.S.) y el consumo total de M.S.

anotarse que la relación inversa entre consumo de pasto y consumo de pulpa de café se inició casi en el mismo punto en que el animal deja de perder peso (comparando Figs. 1 y 3).

Los bajos consumos de suplemento pueden ser indicativos de la presencia de factores tóxicos en la pulpa que obligan al animal, a través de un mecanismo de defensa, a consumirlo en forma limitada. El efecto negativo de la pulpa de café sobre el consumo ha sido el principal resultado obtenido en trabajos concernientes al uso de este subproducto (1, 5, 6, 7, 10), obligando en algunos casos a la discontinuación de los tratamientos para evitar pérdida de animales (12). Se han ofrecido varias explicaciones para la reducción en el consumo ocasionado por la pulpa de café (presencia de taninos, cafeína, gustosidad) (4, 5). Sin embargo, ninguna de estas explica satisfactoriamente la magnitud del fenómeno. Entre las distintas posibles causas del bajo consumo se encuentra la propuesta por Braham *et al.* (3) quienes señalan la ingestión de cafeína como posible depresor del consumo de alimentos. Estos autores sugieren que la cafeína es responsable de un aumento en la concentración de ácidos grasos libres en el suero sanguíneo, aparentemente a través de un estímulo de la lipólisis inducida por la epinefrina, concluyendo que un nivel elevado constante de ácidos grasos libres circulantes, puede conducir a una depresión del apetito y a un menor consumo de alimento. Sin embargo, los datos obtenidos en este trabajo indican que la disminución en el consumo de alimentos no es debida al fenómeno antes explicado. Si se considera la variación en el consumo de pulpa de café (Fig. 1), es posible que la variación concomitante en el consumo de cafeína podría haber causado diferencias inversas en el consumo de M. S. total. Sin embargo, la imposición de diversos consumos de pasto probablemente enmascaró cualquier efecto regulatorio de la cafeína sobre el consumo. El hecho que los animales comieron altas cantidades de pasto, a pesar de su ingestión de cafeína, pareciera indicar que el grado de control que ejerce la cafeína sobre el consumo no es muy importante.

2. Ganancia de peso

La ganancia de peso en ausencia de pasto fue negativa (-227 g/100 kg de peso vivo) y mejoró en forma logarítmica conforme aumentó el nivel de forraje. Según la Figura 3, la tendencia de las ganancias de peso continúa en forma ascendente con los niveles altos de pasto, aunque los incrementos son proporcionalmente menores.

Observando las respuestas a niveles superiores a 600 g de pasto/100 kg de peso vivo (Fig. 1 vs. Fig. 3) se nota una relación inversa entre la ganancia de peso y el consumo de pulpa de café, confirmando resultados obtenidos por numerosos investigadores (1, 2, 4, 5, 7, 10). A niveles inferiores de 600 g de pasto/100 kg de peso vivo, esta relación es positiva, indicando que bajo condiciones de carestía de pasto la pulpa de café podría usarse, aunque en forma restringida y solamente para mantenimiento del animal (Figs. 1 y 3).

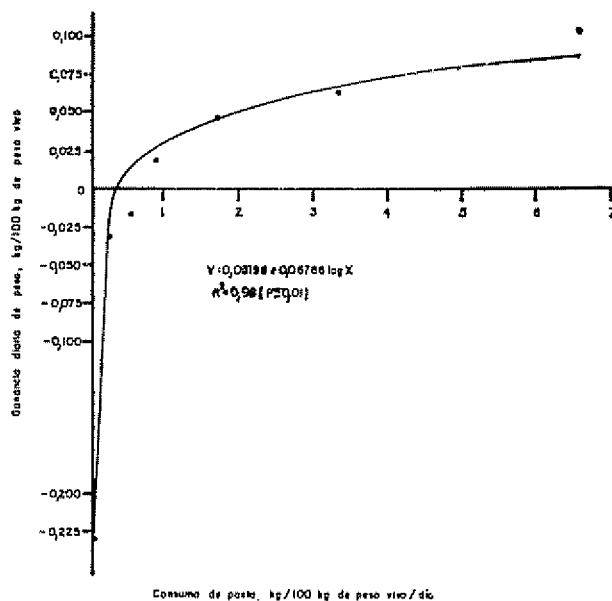


Fig. 3—Efecto del consumo de pasto sobre la ganancia de peso, en novillos alimentados con pulpa de café.

En la Figura 4 se relaciona la ganancia de peso con el consumo de materia seca (suplemento y pasto incluidos). En general, los promedios indican que a medida que aumenta el consumo aumenta la ganancia de peso, reflejando esencialmente los niveles impuestos de pasto y el bajo grado de sustitución en consumo de suplemento al disminuir el pasto.

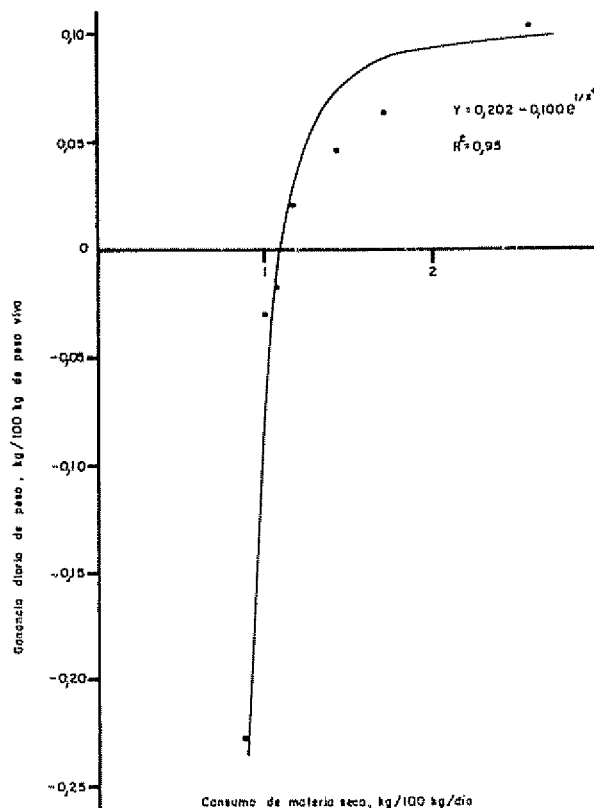


Fig. 4—Efecto del consumo sobre la ganancia de peso en novillos alimentados con pulpa de café.

Es obvio que al aumentar el consumo de materia seca también aumenta el consumo de proteína. Según los valores presentados en el Cuadro 3, las diferencias en el consumo de proteínas no son lo suficientemente amplias como para explicar las variaciones en ganancias de peso. Con los consumos de proteína obtenidos, las ganancias de peso debían haber estado entre los 100 y 230 g diarios/100 kg de peso vivo (9). Las diferencias entre estas estimaciones y las observaciones en este trabajo son explicables por el hecho de que la pulpa de café proporcionaba de 18,5 a 36,6 por ciento de la proteína total, siendo la digestibilidad de esta proteína extraordinariamente baja (34%) según Van Severen (13). Se debe sumar también el efecto diurético de la pulpa de café, con lo cual se reduce la retención de nitrógeno a través de un aumento en la excreción en la orina (5).

3 Eficiencia de conversión

Al igual que las ganancias de peso, la eficiencia de conversión aumentó conforme aumentaban los niveles de forraje en la ración (Fig. 5). El efecto negativo de la pulpa de café (niveles decrecientes de pasto) sobre la eficiencia de conversión concuerda con los datos presentados en la literatura (6, 7). Se debe indicar que, en general, los índices de eficiencia de conversión para todos los tratamientos son bastantes bajos, debido a las

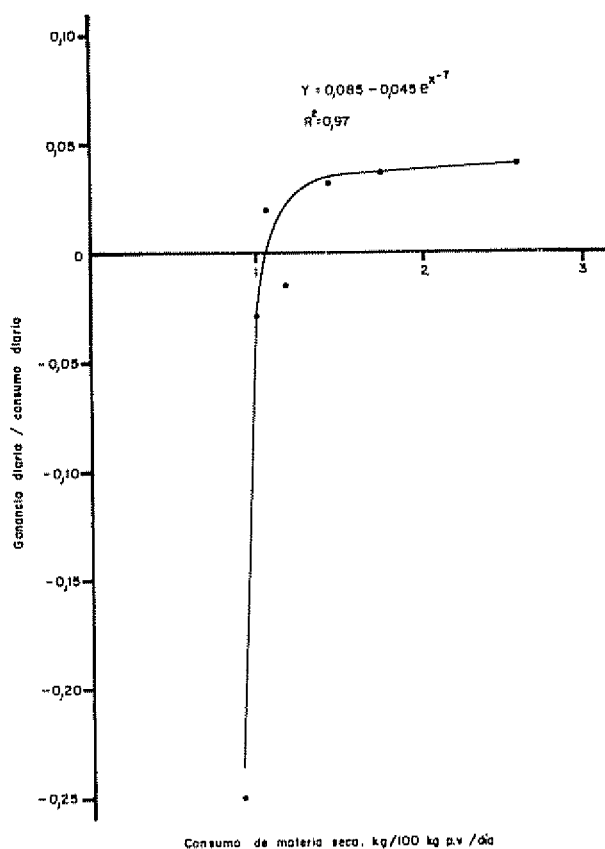


Fig. 5.—Eficiencia de conversión en novillos alimentados con pulpa de café y diversos niveles de pasto

reducidas ganancias de peso resultantes del bajo consumo total de materia seca y los efectos deprimentes de la pulpa de café

En la Figura 5 se observa que la eficiencia de conversión tiende a alcanzar su valor máximo con niveles de materia seca de 1,21 kg/100 kg de peso vivo, correspondiente a un nivel de pasto de 20,55 por ciento de la materia seca total. Proporciones mayores de pasto no cambian notablemente la eficiencia de conversión de los alimentos a ganancia de peso. La baja eficiencia de conversión con niveles muy bajos de pasto es explicable por el hecho de que con altos consumos proporcionales de pulpa de café, el nivel de proteína aprovechable sería el factor limitante, y cualquier aumento proporcional de una proteína más aprovechable (pasto), se traduciría en grandes aumentos en la eficiencia de conversión. La tendencia a mantener el nivel de eficiencia sería el resultado, no de una limitación en cuanto a la cantidad de proteína digerible consumida, sino de la calidad de la misma.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten concluir lo siguiente:

1. Disminuciones en el consumo de pasto verde no ocasionan aumentos en el consumo de pulpa de café.
2. El animal bovino sacrifica su consumo voluntario si el principal alimento consiste de pulpa de café.
3. Debido a su baja aceptabilidad y efectos fisiológicos negativos, el bovino pierde peso en forma logarítmicamente proporcional al aumento en la disponibilidad de pulpa de café.
4. La pulpa de café tiene efectos negativos sobre la eficiencia de utilización del alimento.
5. Es evidente que la pulpa de café puede usarse en raciones de mantenimiento, siempre y cuando los animales logren un consumo mínimo de 338 g de pasto verde (27 por ciento M.S.)/100 kg de peso vivo/día.

Resumen

Se estudió el consumo y valor alimenticio de la pulpa de café con 49 novillos Brahman alimentados con una ración que contenía 66,83 por ciento de pulpa de café deshidratada más diferentes niveles de pasto verde. La ración se ofreció *ad libitum* y el forraje en niveles decrecientes de 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,12 y 0 por ciento del máximo consumo de pasto en condiciones de confinamiento. La inclusión de forraje verde resultó en un aumento en el consumo de la ración de pulpa de café hasta un nivel de 600 g de forraje fresco (27 por ciento M.S.)/100 kg de peso vivo. Aumentos en el nivel de forraje sobre este nivel resultaron en disminuciones en el consumo de pulpa de café, implicando un fenómeno sustitutivo. Estas relaciones se expresan en la

función $Y = 0,557 + 0,492e^{-X} - 0,457e^{-2X}$, ($R^2 = 0,86$, $p \leq 0,05$) donde $Y =$ consumo de pulpa de café en kg M S /100 kg de peso vivo/día, y $X =$ consumo de pasto verde (27 por ciento M S.) en kg/100 kg de peso vivo/día. La ganancia diaria de peso en la ausencia de pasto fue negativa (-0,227 kg/100 kg de peso vivo) y aumentó en forma logarítmica a medida que aumentaba el nivel de forraje. Esta tendencia se mantuvo con los niveles más altos de forraje, aunque la respuesta positiva fue disminuyendo gradualmente. Esta relación se describe mediante la función $Y = 0,032 + 0,068 \log X$, ($R^2 = 0,98$, $P \leq 0,01$) en que $Y =$ ganancia diaria de peso en kg/100 kg de peso vivo, y $X =$ consumo diario de pasto verde (27 por ciento M S.) en kg/100 kg de peso vivo. La eficiencia de conversión de alimento total a ganancia de peso aumentó a medida que aumentaba el nivel de pasto. Sin embargo, el promedio general de eficiencia fue bajo para todos los tratamientos como resultado de las reducidas ganancias de peso las que fueron causadas por un bajo nivel de consumo de M S y un efecto general negativo de la pulpa de café.

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento al apoyo recibido de la Oficina del Café, por la donación de la pulpa de café seca, y al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, por el préstamo de los novillos empleados en este estudio.

Literatura citada

- 1 AYALA, R. E. Pulpa de café y mazorca de maíz en engorda de terneros Holstein. *Revista Mexicana de Producción Animal* 3(1):11-15 1971
- 2 BARA, H. M., ESPINOSA, F. M. y GUERRERO, M. S. Determinación del nivel adecuado de pulpa de café en la ración de novillos. *Agricultura en El Salvador* 10(2): 27-35 1970
- 3 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(3): 379-388. 1973.
- 4 BRESSANI, R., ESTRADA, E., ELIAS, I., JARQUIN, R. y URRUTIA DEL VALLE, L. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. *Turrialba* 23(4):403-409. 1973.
- 5 CABEZAS, M. T., GONZALEZ, J. M. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. *Turrialba* 24(1):90-94 1974
- 6 FLORES, F. Respuesta bio-económica de novillos en engorda alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA, 1973. 61 p.
- 7 JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M., GRAHAM, 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.
- 8 ——— MURILLO, B., GONZALEZ, J. M. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. VII Utilización del pergamino de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba* 24(2):168-172. 1974.
- 9 RUIZ, M. E. Desarrollo de sistemas intensivos de producción de carne en confinamiento para el trópico. Departamento de Ganadería Tropical CATIE, Turrialba, Costa Rica 1974. 62 p. (Mimeo).
- 10 ——— y VALENTE, C. S. Efecto de la temperatura de secamiento sobre la composición químico-estructural de la pulpa de café. In Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales. CATIE, IICA, CODESA, Oficina del Café, Turrialba, Costa Rica 1974. p. 15.
- 11 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of beef cattle. Washington, D.C. National Academy of Science, 1970. 55 p.
- 12 SQUIBB, R. I. El empleo de la pulpa de café como alimento de ganado. *Revista de Agricultura (Costa Rica)* 17(8):389-401 1945
- 13 VAN SEVEREN, M. L. y CARBONELL, R. Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banano. *El Café de El Salvador* 19(219):1619-1624 1949

Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. VI. Changes in growth rate, indoleacetic acid and carbohydrate metabolism during flower bud development and anthesis* ————— K. V. JANARDHAN, K. I. RAJU, N. H. GOPAL**

COMPENDIO

Se llevaron a cabo estudios sobre los cambios progresivos en peso fresco, peso seco, contenido de agua, ácido indolacético, actividad de la oxidasa del ácido indolacético, y las fracciones de carbohidratos (azúcares reductoras, no reductoras y totales, y almidón) asociados con las diferentes fases florales de plantas de Coffea arabica L. cv 'S.795' en condiciones de campo en el Central Coffee Research Institute, Chikmagalur District, Karnataka, South India. Se describen en detalle los cambios cuantitativos relativos en el peso fresco, acumulación de materia seca, contenido de agua y de compuestos químicos (en estudio) durante el desarrollo inicial, maduración, muy pequeño crecimiento visible de las yemas florales maduras, durante el engrosamiento de las yemas florales (después de recibir las lluvias de floración), en flores abiertas plenamente y también en flores marchitas (después de la polinización y fertilización). Se discuten los papeles metabólicos posibles de estos compuestos químicos durante las diferentes fases de la floración en relación con el conocimiento existente sobre floración de las plantas — El autor.

Introduction

FLORAL phase in coffee plant seems to be a very complex process, and its response appears to be due to a cumulative effect of physio-ecological factors. Many aspects related to floral phenomena are yet to be unravelled (14). Therefore, detailed investigations on floral physiology were initiated at Central Coffee Research Institute, and the results obtained so far were reported (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). The factors affecting flowering of coffee (1) and environmental control of flower bud development in arabica coffee (5) further support that additional research is obviously needed to understand precisely the floral mechanism in these plants.

Object of the present study

There is considerable evidence that endogenous auxins (8, 23, 25, 27, 28, 34) and carbohydrates (30, 32) play important roles (directly or indirectly) in the formation of flower buds, their development, flowering and fruit set in plants. The metabolism of these two vital chemical constituents are also interrelated (7, 25), and appears to impart an integrated effect on reproductive growth in plants (6, 9, 26). However, there is not much information on these aspects in coffee. Therefore, a study has been carried out in the arabica species to find out the progressive changes in indoleacetic acid (IAA), activity of indoleacetic acid oxidase (IAA oxidase) and carbohydrate fractions (sugars and starch) associated with flower bud development and anthesis, and their possible relationship with energy releasing processes which aid in flower bud enlargement (after the receipt of blossom showers) and ultimate flower opening.

* Received for publication September 8, 1975

** Senior Research Assistant (resigned and at present Ph. D. Scholar, Central Rice Research Institute, Cuttack, Orissa-6), Research Assistant and Plant Physiologist respectively, Division of Plant Physiology, Central Coffee Research Institute, Coffee Research Station, 577 117, Chikmagalur District, Karnataka, India

Methods and materials

The investigation was initiated during December 1971 when the flower buds were clearly visible on *Coffea arabica* L. cv 'S 795' plants. The plants were 14 years old and grown under natural permanent shade with dadap (*Erythrina lithosperma*) as temporary shade at 'M' block of Central Coffee Research Institute. The plants were normal without any signs of wilting due to soil moisture stress and free from nutritional disorders, pests and diseases. The situation, aspect and typical example of macroclimatological data of the farm area were previously reported (12).

Three uniform plants were selected at random and 14 secondary branches were labelled (at random) on each plant. At each time of observation, the fourth pair of leaves from the tip and the flower buds or flowers present in the axils of the node were collected from one branch on each of the three plants. Fresh and oven-dry weight of leaves, flower buds and flowers were determined. The flower buds and flowers were assayed for their IAA(18) and IAA oxidase activity (10). The leaf samples, flower buds and flowers were

analysed for their sugar fractions (2) and starch (29, 31).

The first analysis was made on December 9, 1971 and further determinations continued approximately at 15 day intervals up to blossom showers. After the blossom showers and during the enlargement of flower buds the estimations were made once in two days and continued until anthesis. The last observation was taken on the fifth day after blossom in slightly faded flowers.

*Results**Fresh weight*

Even though there was not much variation in the average fresh weight of leaves during December 1971 and January 1972 (Table 2), it was about 24 per cent (average) less during February when compared to that of January (average). Just before blossom showers the fresh weight of leaves was again lowered by about 15 per cent as against the weight in March (average). After the receipt of blossom showers on April 11, 1972,

Table 1.—Fresh weight and oven-dry weight of leaves (for one pair at a node) and flower buds (per flower bud or flower) during bud development and anthesis in arabica coffee 'S 795' plants. (Mean of three replications).

Date of No observation	Different phases	Fresh weight		Oven-dry weight	
		Leaves (g)	Flower buds (mg)	Leaves (g)	Flower buds
1.—9-12-1971	A	3.49 ± 0.49	14.00 ± 1.53	1.29 ± 0.18	6.33 ± 0.67
2.—30-12-1971		3.61 ± 0.05	16.33 ± 0.88	1.41 ± 0.11	7.00 ± 0
3.—14. 1-1972		3.43 ± 0.75	20.00 ± 3.06	1.24 ± 0.24	8.00 ± 1.15
4.—29. 1-1972		3.90 ± 0.74	15.67 ± 0.88	1.34 ± 0.28	6.33 ± 0.33
5.—14. 2-1972	B	2.27 ± 0.22	12.67 ± 0.33	0.84 ± 0.10	4.67 ± 0.33
6.—28. 2-1972		3.30 ± 0.24	15.50 ± 1.50	1.17 ± 0.05	5.00 ± 0
7.—14. 3-1972	C	3.47 ± 0.68	18.33 ± 1.40	1.31 ± 0.31	6.33 ± 0.88
8.—28. 3-1972		3.10 ± 1.27	19.67 ± 0.88	1.20 ± 0.28	7.67 ± 0.33
9.—11. 4-1972	D	2.80 ± 0.58	17.24 ± 0.34	1.05 ± 0.24	6.72 ± 0.13
10.—13. 4-1972	E	†	30.50 ± 0.29	†	7.67 ± 0.33
11.—15. 4-1972		4.00 ± 0.44	60.33 ± 4.70	1.41 ± 0.15	10.17 ± 1.01
12.—17. 4-1972		†	90.33 ± 6.98	†	12.67 ± 1.20
13.—20. 4-1972	F	3.39 ± 0.47	129.90 ± 7.75	1.19 ± 0.16	16.70 ± 1.20
14.—24. 4-1972	G	3.89 ± 0.26	43.30 ± 2.96	1.42 ± 0.08	26.30 ± 2.40

A Initial developmental phase; B Maturity phase; C Very little visible growth of mature flower buds (before blossom showers); D. On the day just before the receipt of blossom showers; E During active enlargement of flower buds after the receipt of blossom showers; F On the day of blossom in fully opened flowers; G Faded flowers (four days after blossom); † Not sampled.

Table 2.—Monthly averages* of fresh weight, oven-dry weight and water content in leaves (for one pair at a node) and flower buds (per flower bud) during bud development (until the receipt of blossom showers) in arabica coffee 'S.795' plants.

Period of observation	Fresh weight		Oven-dry weight		Water content per cent	
	Leaves (g)	Flower buds* (mg)	Leaves (g)	Flower buds (mg)	Leaves	Flower buds
December 1971	3.55	15.17	1.35	6.67	61.98	55.80
January 1972	3.67	17.84	1.29	7.17	64.73	62.21
February 1972	2.78	14.09	1.00	4.84	63.78	65.59
March 1972	3.29	19.00	1.26	7.00	63.21	61.98

* Mean values of two determinations during each month.

the fresh weight increased by about 43 per cent by April 15, 1972, and it decreased on the day of blossom and again increased on the fifth day after blossom.

The fresh weight of flower buds increased from December to first fortnight of January and then decreased during the end of January and until first fortnight of February (Table 1). From the end of February, it increased until March 28, 1972, but decreased to a great extent just before the receipt of blossom showers. Before blossom showers, the fresh weight of flower buds was highest during March and lowest in February, on an average (Table 2).

Dry weight

On an average, the dry matter accumulation of leaves was low during February and March 1972 when compared to December 1971 and January 1972 (Table 2). The overall pattern in the changes of dry weight of leaves was more or less same and based on the relative changes in their fresh weight.

The dry weight of flower buds or flowers showed a similar pattern of changes as in their fresh weight (Table 1). With the advent of blossom showers, the dry weight increased gradually and the faded flowers (four days after blossom) had 26.3 mg dry matter per flower. On an average, it was highest in January and lowest in February (Table 2), before blossom showers.

Water content

The water content of leaves, flower buds or flowers was derived from their fresh and oven-dry weight, and results are expressed as per cent in Figure 1. There was not much variation in water content of leaves from December 9, 1971 to April 11, 1972 (just before the receipt of blossom showers), and increased slightly (by about 2 per cent on April 15, 1972) after the blossom showers. More or less the same level was maintained in faded flowers (four days after blossom).

In flower buds, the water content gradually increased from 54.71 on December 9, 1971 to 68.15 per cent on

February 28, 1972 except for a slight decrease (by 1.42 per cent) on February 14, 1972 (Fig. 1). From then onwards, it decreased considerably and was only 59.15 per cent on March 28, 1972. During March, the average water content (mean of two determinations) was 61.98 in flower buds, whereas in leaves it was 63.21 per cent (Table 2). However, there was a sharp increase in water content of flower buds (by 9.85 per cent) from March 28, 1972 to April 11, 1972 (just before blossom showers). The water content was considerably increased after the receipt of blossom showers and on the day of blossom (April 20, 1972) it was 87.16 per cent. In the faded flowers (four days after blossom) the water content decreased to 39.41 per cent (Fig. 1).

IAA and IAA oxidase

The IAA content of flower buds was very high during their initial development (December and January) and gradually decreased as they attained maturity (Fig. 2). It had again increased after February and was 53.20 $\mu\text{g/g}$ on April 11, 1972 (just before blossom showers). During the enlargement of flower buds,

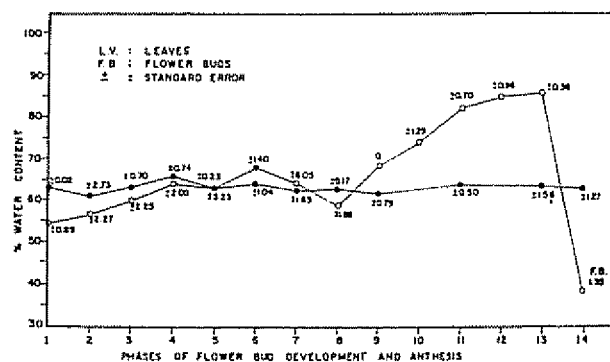


Fig 1—Changes in water content of leaves and flower buds during flower bud development and anthesis in arabica coffee S.795 plants. For details of phases of flower bud development and anthesis refer Table 1.

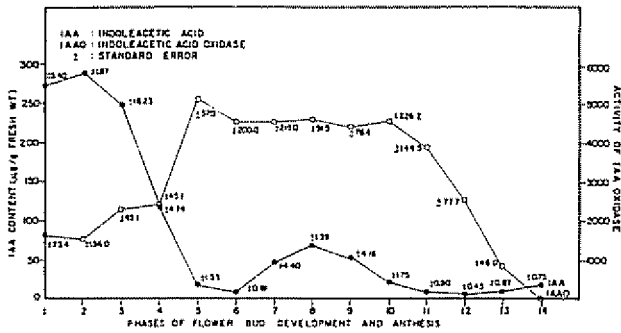


Fig. 2.—Changes in IAA and IAA oxidase of flower buds during flower bud development and anthesis in arabica coffee S 795 plants. For details of phases of flower bud development and anthesis refer Table 1.

the IAA content decreased to a minimum quantity of 5.95 µg/g, and later slightly increased in the fresh flowers as well as faded flowers.

During the initial growth of flower buds the activity of IAA oxidase was relatively low and later gradually increased up to February 14, 1972 (Fig 2), Then the activity of the enzyme lowered. However, between February 28, 1972 and April 13, 1972, the changes in the enzyme activity were not much, but from then onwards it decreased considerably and was only 850.2 as compared to 4410.8 just before the receipt of blossom showers

Carbohydrate fractions

At fortnightly intervals, there was no clear pattern in the progressive changes of reducing, non-reducing and total sugars of leaves (Fig. 3). However, on an average (mean of two determinations during each month) the content of reducing sugars gradually increased from 1.24 in December 1971 to 2.08 per cent during March 1972, and non-reducing sugars were highest during December 1971 and lowest in March 1972 (Table 3). The total sugars were relatively higher

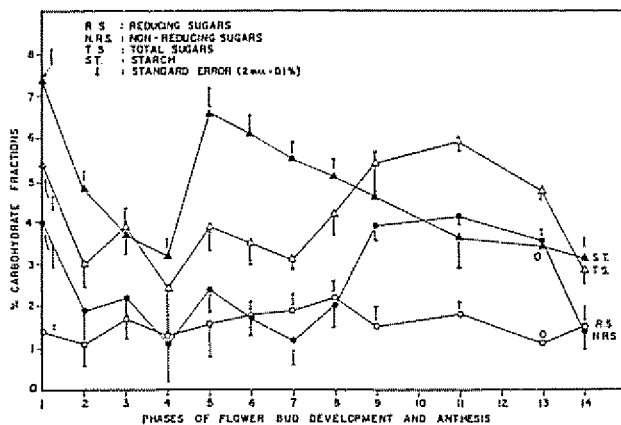


Fig. 3.—Changes in carbohydrate fractions of leaves during flower bud development and anthesis in arabica coffee S. 795 plants. For details of phases of flower bud development and anthesis refer Table 1.

Table 3.—Monthly averages* of carbohydrate fractions (per cent on oven-dry weight) in leaves (for one pair at a node) and flower buds (per flower bud) during bud development (until the receipt of blossom showers) in arabica coffee 'S.795' plants.

Period of observation	Reducing sugars	Non-reducing sugars	Total sugars	Starch
LEAVES				
December 1971	1.24	2.95	4.19	6.05
January 1972	1.52	1.66	3.18	3.42
February 1972	1.68	2.04	3.72	6.30
March 1972	2.08	1.57	3.65	5.28
FLOWER BUDS				
December 1971	0	0.72	0.72	3.64
January 1972	0.30	0.85	1.15	4.62
February 1972	0.98	1.09	2.07	5.70
March 1972	1.05	1.45	2.50	5.93

* Mean values of two determinations during each month.

during December 1971 than in the other three months. The starch content was high (7.35 per cent) on December 9, 1971 and gradually decreased to 3.15 per cent on January 29, 1972. From then onwards it increased again and was 6.55 per cent on February 14, 1972 and then gradually decreased to 3.11 per cent in faded flowers on April 24, 1972 (Fig 3). On an average, the starch content was highest in December 1971 and lowest during January 1972 (Table 3).

The reducing sugars were nil at the initial development of flower buds (Fig. 4). Later as the flower buds developed and attained maturity they contained 1.57 per cent reducing sugars on April 11, 1972 (just before the receipt of blossom showers) and further increased to 5.27 per cent in fully opened flowers. In faded flowers (4 days after blossom) the reducing sugars very much decreased. In general, the content of non-reducing sugars gradually increased from 0.75 per cent on December 9, 1971 to 2.00 per cent on March 28, 1972. With the advent of blossom showers, they gradually decreased and were only 0.32 per cent in faded flowers on April 24, 1972. The total sugar content gradually increased from 0.75 per cent on December 9, 1971 to 5.71 per cent on April 20, 1972 (fully opened flowers), and decreased to 1.62 per cent on April 24, 1972 in faded flowers. The starch content of developing flower buds gradually increased from

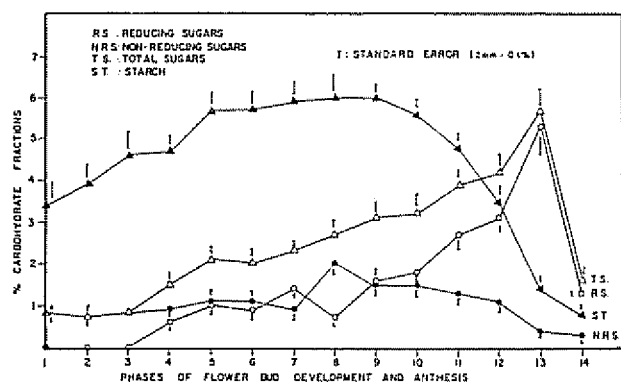


Fig. 4.—Changes in carbohydrate fractions of flower buds during bud development and anthesis in arabica coffee S. 795 plants. For details of phases of flower bud development and anthesis refer Table 1.

3.38 per cent on December 9, 1971 to 6.00 per cent on April 11, 1972 (just before the receipt of blossom showers) and later gradually lowered to 0.83 per cent on April 24, 1972 in faded flowers (four days after blossom). On an average (mean of two determinations during each month) all the sugar fractions as well as starch gradually increased from December and were maximum during March (Table 3).

Discussion

A decrease in the dry matter accumulation of leaves from December to March on an average (Table 2) indicate that the flower buds present in their axils might have utilized the constituents such as inorganic nutrients and organic compounds which forms a major part of the dry matter, for their initial development and maturity. On an average, there was relatively more dry matter accumulation in flower buds during their maturity from February to March when compared to other periods of bud growth (before blossom showers), and this was associated with a decrease in water content by 3.61 per cent (Table 2).

Even though the average water content of leaves during different months did not vary much (Table 2), it was either higher or lower in different months when compared to flower buds present in their axils. In December, January and March it was higher in leaves than in flowers buds, and in February it was lower in leaves than in buds. The average water content of the buds was apparently lower in March (before blossom showers) than in all the previous months which coincided with drought period. The increase in water content of leaves was only 2.24 per cent by four days after blossom showers whereas the water content of flower buds present in their axils increased by 14.12 per cent during the same period (Fig. 1). This result suggests the possibility that the higher increase in water content of flower buds might be via leaves only (without much increase in water content in themselves) since direct absorption of water by flower buds from blossom showers or other rain was not much (12). These

findings on water relations between leaves and flower buds present in their axils confirm the earlier observations of Gopal and Vasudeva (12) who discussed in detail about this lower water content of mature flower buds during February and March and its implications on cessation of their normal visible growth.

The progressive changes in IAA content showed that during the initial development of flower buds its quantity was high (Fig. 2). On an average, during December, it was about 14 and 280 times more than that of bud leaves (at folded stage) and mature leaves (at the fourth node from the tip) of secondary branches respectively, in arabica coffee 'S.795' plants (35). This suggests the possibility that IAA might have been synthesized and accumulated in large quantities by actively growing flower buds. With the onset of dry-hot period, its quantity was considerably decreased and this was associated with the maturity of flower buds. It appears that IAA was resynthesized during March. A drastic decrease in its content with the advent of blossom showers and until blossom indicate that IAA might have been utilized for enlargement of flower buds, flower opening, pollination and fertilization. It was reported that endogenous IAA play an important role directly or indirectly in flower bud development, flowering, pollination and fertilization in many plants including fruit crops (3, 4, 24, 27, 28, 34).

The flower buds showed considerable activity of IAA oxidase throughout the floral phase (Fig. 2). Its activity was relatively high during maturity of flower buds (February and March), and during resumption of growth and enlargement of flower buds (after the receipt of blossom showers) which was associated with decrease in their IAA content. In fully opened flowers the enzyme activity was very much decreased and this appears to be responsible for increase in their IAA content.

The breakdown of IAA by IAA oxidase is well known to occur in plants (19, 27). However, there is considerable disagreement about whether IAA oxidase has any significance in plant development, and in general it can be said that the plant has enzymes capable of disposing of IAA by several means (19, 27). But the in plants are not clearly understood. Nevertheless, light inactivation or destruction of IAA is also of widespread occurrence in plants including coffee (33).

In green condition the flower buds have the capacity to synthesize some amount of carbohydrate as indicated by "Hill reaction activity" of their chloroplasts (22). But this seems to be only a very small fraction out of the total carbohydrate present in them since they drew carbohydrates in large quantities from the leaves which are the major sites of photosynthesis. This was also evident from the absence of reducing sugars during the initial growth of flower buds (Fig. 3). Even though there was no clear pattern in the progressive changes (at fortnightly intervals) in sugar fractions of leaves, there appears to be a clear demand for total sugars from leaves for the initial development and maturity of flower buds present in their axils as indicated in the decrease of leaf total sugar content on an average from December to March (Table 3). The total

carbohydrate (sugars + starch) of coffee flowers (on April 20, 1972) was 7.06 per cent (Fig 3) which was considerably higher than that of apple flowers in which the carbohydrate content was found to be about 5 per cent (20, 21).

There was considerable decrease in starch content of leaves and flower buds during bud enlargement (after blossom showers) and anthesis, which might have hydrolysed into reducing sugars the respirable substrate as indicated by their increase during this floral phase (from the day of receipt of blossom showers to the day of blossom). This shows that there was a drain on the starch in leaves for utilization by flower buds for their enlargement and flower opening for which chemical energy (ATP) is obviously required (15). Priestley (32) reviewed and discussed in detail the role of carbohydrates in floral physiology of a number of crop plants including perennial fruit trees like apple. The metabolic activities in the cells of developing flower buds are probably greater than within any other plant tissue. These processes may be even more dynamic during flower bud enlargement and anthesis in coffee as revealed in the earlier studies of Gopal *et al.* (15) and by the present investigations.

Summary

Studies were carried out on the progressive changes in fresh weight, dry weight, water content, indoleacetic acid, activity of indoleacetic acid oxidase and carbohydrate fractions (reducing, non-reducing and total sugars and starch) associated with different floral phases of *Coffea arabica* L cv 'S.795' plants grown under field conditions at Central Coffee Research Institute, Chikmagalur District, Karnataka, South India. The relative quantitative changes in the fresh weight, dry matter accumulation, water content and chemical compounds (under study) during the initial development, maturity, very little visible growth of mature flower buds, during enlargement of flower buds (after the receipt of blossom showers), in fully opened flowers and also in faded flowers (after pollination and fertilization) are described in detail. The possible metabolic role (s) of these chemical compounds during the different phases of flowering are discussed in the light of the existing knowledge on flowering in plants.

Acknowledgements

The authors are grateful to Dr. G. I. D'Souza, Director of Research, for his encouragement during the study.

Literature cited

- 1 ALVIM, PAULO de I Factors affecting flowering of coffee. Symposium on the fundamental approaches to plant and animal improvement. Cali, Colombia November 27 - December 1, 1972 pp. 37-43.
- 2 ASANA R D and SAINI, A D Studies on physiological analysis of yield. Indian Journal of Plant Physiology 5:128-171 1962
- 3 AUDUS, I J Plant growth substances London Leonard Hill Limited, 1953 465 p.
- 4 ——— Metabolism and mode of action. In Ruhland, W, ed. Encyclopedia of Plant Physiology. Berlin, Springer-Verlag, 1961 Vol 1-I, pp 1055-1083.
- 5 BROWNING, G Environmental control of flower bud development in *Coffea arabica* L. Fifth Long Ashton Symposium, Long Ashton Research Station, University of Bristol 1974
- 6 CHAILAKHYAN, M Kh Internal factors of plant flowering. Annual Review of Plant Physiology 19:1-36 1968
- 7 CLELAND, R E The relation between auxin and metabolism. In Ruhland, W, ed. Encyclopedia of Plant Physiology Berlin, Springer-Verlag, 1961 Vol 1-I, pp 754-783.
- 8 DOORENBOS, J, and WELLENSIEK, S J Photoperiodic control of floral induction. Annual Review of Plant Physiology 10:147-184 1959
- 9 GALSTON, A W and PURVES, W K The mechanism of action of auxin. Annual Review of Plant Physiology 11:239-276 1960
- 10 GOLDACRE, P I *et al.* The effect of substituted phenols on the activity of the indoleacetic acid oxidase of peas. Archives of Biochemistry 43:358-373 1953
- 11 GOPAL, N H Some aspects of hormonal balance in coffee. Indian Coffee 38:168-175 1974
- 12 ——— and VASUDEVA, N Physiological studies on flowering in arabica coffee under South Indian conditions. I Growth of flower buds and flowering. Turrialba 23:146-153 1973
- 13 ——— and VENKATARAMANAN, D Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. V. Growth-substance content during flower bud enlargement and anthesis. Turrialba 26:74-79 1975.
- 14 ——— and VISHWESHWARA, S Flowering of coffee under South Indian conditions. Indian Coffee 35:142-143, 154 1971.
- 15 ——— *et al.* Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. II Changes in water content, growth rate, respiration and carbohydrate metabolism of flower buds during bud enlargement and anthesis. Turrialba 25:29-36 1975
- 16 ——— *et al.* Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. IV. Some physical properties and chromatographic assay of gum-like substance exuded by flower buds. Turrialba 25:410-413 1975
- 17 ——— *et al.* Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. III Flowering in relation to foliage and wood starch. Turrialba 25: 239-242 1975.

- 18 GORDON, S. A. and WEBER, R. P. Colorimetric estimation of indoleacetic acid. *Plant Physiology* 26:192-195 1951.
- 19 GALSION, A. W. and HILLMAN, W. S. The degradation of auxin. *In* Ruhland, W., ed. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Berlin, Springer-Verlag, 1961. Vol. 14, pp. 647-670.
- 20 HOWLETT, F. S. Nitrogen and carbohydrate composition of the developing flowers and young fruits of the apple. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 20:31-37 1923.
- 21 ————. The nitrogen and carbohydrate composition of the developing flowers and young fruits of the apple. *Memoirs*. Ithaca, New York. Cornell University Agricultural Experimental Station 1926. 99 p.
- 22 JANARDHAN, K. V. and GOPAL, N. H. Hill reaction activity of chloroplasts isolated from flower buds of arabica coffee. *Journal of Coffee Research* 3:71-73 1973.
- 23 LANG, A. Physiology of flowering. *Annual Review of Plant Physiology* 3:265-306. 1952.
- 24 ————. Auxins in flowering. *In* Ruhland, W., ed. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Berlin, Springer-Verlag, 1961. Vol. 14, pp. 902-950.
- 25 ————. Physiology of flower initiation. *In* Ruhland, W., ed. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Berlin, Springer-Verlag, 1965. Vol. 15/1, pp. 1380-1536.
- 26 LEOPOLD, A. C. Auxin uses in the control of flowering and fruiting. *Annual Review of Plant Physiology* 9:281-310 1958.
- 27 LEOPOLDO, A. C. *Plant growth and development*. New York. McGraw-Hill, 1964. 466 p.
- 28 LIVERMAN, J. L. The physiology of flowering. *Annual Review of Plant Physiology* 6:177-210 1955.
- 29 McCREADY, R. M. *et al*. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry* 22:1156-1158 1950.
- 30 NITSCH, J. P. Physiology of flower and fruit development. *In* Ruhland, W., ed. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Berlin, Springer-Verlag, 1965. Vol. 15/1, pp. 1537-1617.
- 31 PAIEL, R. Z. A note on seasonal variation in starch content of different parts in arabica coffee trees. *East African Agricultural and Forestry Journal* 36:1-6 1970.
- 32 PRIESTLEY, C. A. Carbohydrate resources within the perennial plant; their utilization and conservation. *Technical Communication N° 27*. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth, 1962. 116 p.
- 33 RAMAIAH, P. K. and GOPAL, N. H. Effects of temperature and light on arabica coffee. *Indian Coffee* 33:254-259, 263. 1969.
- 34 THIMANN, K. V. The natural plant hormones. *In* Steward, F. C., ed. *Plant Physiology*. New York, Academic Press, 1972. Vol. 6 B, pp. 3-145.
- 35 VASUDEVA, N. *et al*. Studies on some metabolic aspects of leaf growth in arabica coffee plants. *Proceedings of the National Symposium on Plantation Crops*. Trivandrum, India 1972.

NOTAS Y COMENTARIOS

Proceso continuo de hilatura de algodón

Científicos del Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos han diseñado, construido, y operado un sistema prototipo de beneficio del algodón para transformar en forma continua el algodón crudo a hilo (*Agricultural Research* Vol. 25, N° 3).

El nuevo sistema hace un trabajo que requiere por lo menos seis máquinas separadas atendidas por obreros en las actuales fábricas textiles de algodón. El sistema experimental fue desarrollado por científicos en el Southern Regional Research Center, en New Orleans.

Aunque está todavía lejos de estar listo para la aplicación comercial, la nueva máquina ha causado una ola de excitación en la industria textil, la cual ha reconocido por largo tiempo la necesidad de un equipo procesador radicalmente nuevo.

El proceso textil del algodón ahora en uso ha permanecido básicamente sin cambio por dos siglos. Se han hecho mejoras en elementos individuales del equipo para hacerlos más eficientes, pero el concepto básico sigue siendo el mismo y está volviéndose rápidamente antieconómico.

En el proceso convencional, después de abierta la paca de algodón en pequeños puñados, se pasa la fibra a través de un limpiador, y después a través de un recogedor donde se continúa la limpieza y el algodón se acondiciona en una

napa. Lo que sigue es el cardado y la formación de una soga floja de fibras llamada la cinta. Estas cintas se envían entonces a un marco de estirar donde varios de ellos se juntan en un solo haz para ayudar a enderezar las fibras y mejorar la uniformidad.

La cinta se estira entonces hasta tener un cordón más pequeño llamado mecha que a su vez va al marco de hilatura donde las fibras son finalmente transformadas en hilo. Con la excepción del movimiento del algodón del limpiador al recogedor, el algodón es movido de máquina a máquina mediante operarios que también manejan la maquinaria.

Los conceptos que condujeron al nuevo sistema han probado ser viables en una escala de mesa; los científicos están seguros que serán también viables en escala piloto y después en escala de fábrica.

El sistema prototipo opera alimentando los copos de algodón crudo en una tolva vertical separada en cámaras superior e inferior por un artefacto abridor de los puñados. Los puñados abiertos que varían en peso de 0.2 a 0.3 gramos, son depositados en la cámara inferior con poca turbulencia de aire, lo que permite que los copos se asienten suave y uniformemente en fajas en las que el algodón forma una napa uniforme.

La napa es alimentada a un aparato que la convierte en copos extremadamente finos y en fibras individuales. Las fibras pueden ser individualizadas y colocadas en paradedistribuidor donde se forman cintas uniformes y continuas de fibras que pueden ser individualizadas y colocadas en paralelo para retorcerlas en hilos mediante lo que se conoce como sistema de hilatura de extremo abierto.

Las pruebas finales de cualquier sistema nuevo deben ser su economía y la calidad del hilo producido. En las fábricas actuales, uno de los factores económicos más importantes es el costo de la mano de obra. El nuevo sistema eliminaría más del 60 por ciento de la mano de obra que ahora se utiliza, aunque la fuerza laboral que quedaría tendría que adiestrarse para operar y mantener el equipo más complejo.

El hilo producido por la máquina prototipo es algo irregular en apariencia y no cumple con los estándares actuales. Sin embargo, se están haciendo estudios para mejorar la calidad del hilo. Otra ventaja del nuevo sistema, cuando esté listo para el desarrollo comercial, será su capacidad de cumplir las disposiciones cada vez más exigentes en lo que concierne a los niveles de ruido y de polvo: el procedimiento entero de elaboración del hilo estará confinado en un sistema cerrado.

El equipo de más de una docena de científicos y técnicos, ahora bajo la dirección de Albert Baril, Jr., ha realizado estudios sobre los efectos en el algodón de las fuerzas electrostáticas, aerodinámicas, hipersónicas y magnéticas. De estos estudios emergieron los componentes individuales que forman el equipo prototipo que está abriendo el camino a una revolución en la industria textil. Se avecinan grandes cambios en una industria que ha empleado un proceso que ha permanecido sin cambios conceptuales desde que la introducción de maquinaria movida por energía térmica produjo la revolución industrial hace más de 200 años.

Avances en el azúcar de sorgo

El éxito de pruebas de procesado en escala industrial indica que el sorgo dulce puede estar en camino de unirse a la caña de azúcar y la remolacha como fuente adicional de azúcar cristalizada. Esto puede constituir una nueva amenaza, que se suma a la fructosa de maíz (Cf. *Turrialba* 26: 341-342, 1976), a la agricultura latinoamericana de la caña.

Las pruebas se condujeron en un ingenio azucarero de Texas por Bruce J. Limes y Ashby Smith del Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos, y se produjeron 22 toneladas de azúcar crudo extraídas de sorgo dulce (*Agricultural Research* vol 25, N° 2). Las pruebas de producción muestran que el sorgo dulce puede ser molido en ingenios convencionales de caña de azúcar y que los jugos crudos pueden ser purificados, eliminando almidones objectionables, con clarificadores corrientes de jugos de caña. Los científicos del laboratorio de Weslaco, Texas, encontraron un medio de separar el almidón antes de que entrase en la solución. Antes de esta rotura de frente, el sorgo dulce podía ser usado solamente para la elaboración de jarabe.

La fabricación del azúcar requiere ocho pasos: 1) preparación de los tallos; 2) extracción del jugo crudo; 3) clarificación y extracción del almidón del jugo; 4) evaporación del jugo clarificado hasta semijarabe; 5) extracción de almidón adicional del semijarabe; 6) concentración del semijarabe hasta jarabe pesado; 7) extracción de la impureza, ácido aconítico, del jarabe pesado; 8) cristalización del azúcar crudo del jarabe pesado por procedimientos convencionales de la industria azucarera.

Simultáneamente, el programa consiguió tres variedades de sorgo de alto contenido de sucrosa, liberadas por la Estación de Meridian, Misisipí: una, 'Rio', de maduración temprana y adaptada a una amplia zona geográfica del sur de los Estados Unidos; las otras dos, 'Roma' y 'Ramada' son más específicamente adaptadas al valle del Río Grande Inferior de Texas.

La producción de azúcar de sorgo dulce promete extender la zafra azucarera de la caña en dos a tres meses más. Una mayor utilización de la mano de obra y equipo durante un período más largo puede también reducir el costo del azúcar cristalizado a los consumidores.

Cemento de arroz

Algo que ciertamente alegrará los corazones de muchos tecnólogos desarrollistas ha estado en operación en la villa de Aau en el distrito de Banda, de India. A primera vista, uno podría descartar la planta de Aau como un molino convencional de bolas que puede verse en cualquier parte industrializada del mundo en desarrollo. Pero este molino de bolas es algo especial. Produce un rico cemento negro a partir de una mezcla tan ubicua como la cáscara de arroz y la cal. El cemento es no sólo arquitecturalmente atractivo sino tan bueno como el cemento portland (*New Scientist* Vol 71, p. 178).

La planta de Aau se instaló a mediados de 1976 al bajo costo de £ 1.500 y produce 250 toneladas métricas cada año, lo suficiente para cubrir la actual demanda de unas 15 villas situadas alrededor de Aau. El proceso completo de producción de cemento consiste de dos pasos simples. Primero, la ceniza de cáscara de arroz se mezcla con cal y entonces esta mezcla se muele por unas pocas horas en un molino de bolas hasta que se convierte en un fino polvo negro.

La planta de Aau ha sido montada por el Dr. Bhartendu Prakash, un químico joven que ha regresado a su pueblo para enseñar a los niños ciencia en líneas modernas. El proceso para producir cemento de ceniza de cáscara de arroz ha sido desarrollado por el Dr. P. C. Kapur en el Instituto Indio de Tecnología en Kanpur.

La idea, sin embargo, no es nueva. El Dr. P. K. Mehta de la Universidad de California, en Berkeley había patentado ya un proceso para fabricar cemento de cáscara de arroz. Pero el proceso de Mehta es 10 veces más caro que el de Kapur. Mehta encontró que la cáscara de arroz, cuando se quema en plantas abiertas o en calderas convencionales, produce ceniza cristalina de sílice que no es reactiva. Para conseguir una ceniza silicosa amorfa, que es altamente reactiva, Mehta quemó las cáscaras en condiciones controladas. Este costoso paso puso a su esfuerzo pionero fuera del alcance de los habitantes rurales.

Kapur, un ingeniero metalúrgico, ha conseguido sepultar este problema. Muele la ceniza cristalina normal, dándole así exactamente la clase de ceniza de sílice amorfa que reacciona con la cal para producir cemento.

El proceso de Kapur tiene varias ventajas. Usa ceniza de cáscara de arroz que es un producto de desecho, ya que los molinos de arroz usan la cáscara como un combustible barato para sus calderas.

El Dr. Prakash tratará pronto de usar la ceniza de cáscara de arroz de los fogones domésticos. Si esta ceniza diese también un buen cemento, podría entonces comprar su materia prima básica de los pequeños campesinos de Aau en lugar de los molineros de arroz.

Pruebas de laboratorio del Dr. Mehta han revelado una aplicación novedosa del cemento de cáscara de arroz, diferente de sus usos normales. El cemento portland contiene un 65 por ciento de cal, así que está sujeto a ataques por ácidos. En la industria de alimentos o en la industria química, por ejemplo, donde prevalecen condiciones ácidas, los pisos normales de concreto no son muy durables. Las pruebas hechas en la India, sin embargo, muestran que el cemento de cáscara de arroz, que contiene sólo 15 a 20 por ciento de cal, es bastante resistente a los ácidos.

India produce unos 60 millones de toneladas de arroz en cáscara. Esto daría a las aldeas indias unos 2,5 millones de toneladas de cemento cada año. "Mi único temor", dice Kapur, "es que debido a que el proceso es tan simple y barato, sea inmediatamente acaparado por los ricos molineros de arroz". Espera que haya reglamentaciones para reservar el uso de este proceso para los campesinos pobres o para los ingenieros desocupados.

Efecto del tratamiento de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de buena y mala calidad sobre la germinación en condiciones de campo^{*1/}

MICHAEL A. ELLIS**, GUILLERMO E. GALVEZ E.***, J. B. SINCLAIR***

ABSTRACT

In vitro assays for percentage germination and internally seed-borne fungi of two seed lots of dry bean (cv Tui) showed that one lot was of high quality (95% germination and 0% internally seed-borne fungi), and the other lot was of low quality (35% germination and 88% internally seed-borne fungi). Seeds from these two lots were treated with captan, thiram, benomyl, and carboxin at the rate of 2.52 grams of product per kilogram of seed. Combinations of carboxin + captan and benomyl + thiram were used at the rate of 1.26 grams of each product per kilogram of seed. Four replications of 200 seed per treatment and nontreated controls were planted in a field at the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Stand counts for percentage emergence were made at 15 and 30 days after planting.

There was no significant difference in percentage emergence and stand between any fungicide treatments and the control for the good quality seed. For poor quality seed, all fungicide treatments gave a significantly higher percentage emergence and stand than nontreated controls. There was no significant difference in percentage emergence between any of the fungicide treatments for the poor quality seed.

The authors

Introducción

El tratamiento de las semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con fungicidas se hace por dos razones: para destruir hongos que se encuentran dentro o sobre la semilla, y para proteger la semilla y las plántulas contra el ataque de organismos del suelo (*Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Phythium* spp) causantes de pudriciones y muerte (7). Comúnmente, se acostumbra tratar semillas de frijol y frijol lima para protegerlas de estos patógenos pero el grado de efectividad del tratamiento es aún incierto (2, 4).

Las investigaciones en soya han demostrado que el tratamiento de semilla con fungicidas incrementa el

establecimiento del cultivo si tal tratamiento se hace a la semilla de mala calidad (con germinación menor del 70 por ciento y con un alto contenido de hongos en la semilla). Cuando la calidad de la semilla es alta (con germinación mayor de 85 por ciento y con contenido bajo de hongos en la semilla) el beneficio del tratamiento es ninguno o muy bajo (3, 5). Estos resultados indican que los hongos portados internamente en la semilla son una de las causas más importantes en la disminución de la germinación y emergencia de la semilla de soya.

La presencia o ausencia de hongos portados internamente en la semilla puede jugar un papel importante en la efectividad del tratamiento de semillas con fungicidas para aumentar el porcentaje de germinación y el establecimiento del cultivo de frijoles. El objetivo de este estudio consistió en determinar el efecto del tratamiento de semillas de frijol, de buena y mala calidad, en el aumento de la germinación y emergencia de plantas.

* Recibido para publicación el 22 de Abril de 1976

1/ Este estudio fue hecho como parte de un proyecto cooperativo entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, y la Universidad de Illinois

** Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT Apartado Aéreo 6713 Cali, Colombia.

*** Department of Plant Pathology, University of Illinois Urbana, Illinois 61801, USA.

Materiales y Métodos

Se usaron en este estudio dos lotes de semilla de frijol (cv 'Tuf'). La semilla de buena calidad se obtuvo del Instituto Colombiano Agropecuario y la de baja calidad de un agricultor del Departamento del Valle del Cauca, Colombia. Este mismo lote de semilla de baja calidad se usó en un experimento diferente (1). Con el fin de determinar el porcentaje de germinación y de infección de la semilla, 400 semillas de cada lote se desinfectaron remojándolas en una solución del 25 por ciento de hipoclorito de sodio por 2,5 min; luego, en 70 por ciento de etanol por 2 min y, finalmente, se lavaron en agua destilada estéril (6). Las semillas se sembraron en papa-dextrosa-agar (PDA) e incubaron a 23-25°C. El porcentaje de germinación *in vitro* y el de infección de la semilla, se registraron después de siete días de incubación.

Las semillas de cada lote se trataron con los siguientes fungicidas: captan (N-triclorometiltio)-4-ciclohexeno-1-, 2 dicarboximida, de Orthocide, de Chevron (50% polvo mojable); thiram (bisulfuro de tetrametiltiuram), de Dupont (en forma de Arasan 75% polvo mojable); carboxin (5, 6-dihydro-2-metil-1, 4-orathiin-3-carbotanilida), como Vitavax, de Uniroyal (75% polvo mojable); y benomyl (Metil 1-(batylcarbamoil)-2-bezimidazolcarbomato), como Benlate de Dupont (50% polvo mojable). Captan, thiram, carboxin y benomyl se aplicaron a una dosis de 2,52 g de producto comercial por kg de semilla. Las combinaciones de benomyl más thiram y de carboxin más captan, se aplicaron a una dosis de 1,26 g de cada producto comercial por kg de semilla. Se usaron 200 semillas por tratamiento, las cuales se sembraron en un campo de la sede del CIAT, en surcos de 10 m de largo y 40 cm entre surcos. Cada tratamiento se repitió cuatro veces. Como testigo, se emplearon semillas sin tratar. El número de plantas emergidas se determinó a los 15 y 30 días de la siembra. Se utilizó un diseño de bloques al azar para la semilla de buena y mala calidad. Se efectuó el análisis de varianza entre porcentajes de emergencia y el número de plántulas por superficie.

Resultados

Los ensayos *in vitro* mostraron que el porcentaje de germinación y el porcentaje de infección de la semilla, para los lotes de semilla de mala y buena calidad, fueron: 35, 88; y 95, 0, respectivamente. Los siguientes géneros de hongos, con su presencia promedia expresada en porcentaje, se aislaron de la semilla de mala calidad: *Penicillium* spp (22%); *Aspergillus* spp. (14%); *Colletotrichum lindemuthianum* (10%); *Phomopsis* sp. (7%); *Macrophomina phaseolina* (6%); *Rhizoctonia solani* (5%) y *Fusarium* spp (23%).

Todos los tratamientos con semilla de buena calidad, así como sus respectivos testigos, tuvieron emergencia y número de plantas por área sembrada mayor del 85

Cuadro 1.—Número de plántulas 15 y 30 días después de la siembra con semilla de frijol (*P. vulgare* cv 'Tuf') de buena calidad y baja calidad, tratada o sin tratar con fungicida.

Tratamiento	Porcentaje de emergencia 1/			
	Semilla de buena calidad		Semilla de baja calidad	
	15 días	30 días	15 días	30 días
Captan	92	92	53	51
Thiram	90	91	52	53
Benomyl	86	88	47	47
Benomyl + thiram	87	90	49	51
Carboxin	91	92	47	50
Carboxin + captan	90	91	51	52
Sin tratar	86	90	35	35
DMS 0,05	NS	NS	8,8	8,5
0,01			12,0	11,9

1/ Basado en cuatro repeticiones de 200 semillas por tratamiento.

por ciento a los 15 y 30 días de la siembra (Cuadro 1). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos con fungicidas y el testigo, o entre los tratamientos, en cuanto al porcentaje de emergencia o el número de plantas emergidas, cuando se trató la semilla de buena calidad. En cuanto a la semilla de mala calidad, todos los tratamientos con fungicidas fueron significativamente más altos que el testigo, tanto en porcentaje de emergencia como en número de plantas, a los 15 y 30 días de la siembra. No hubo diferencias significativas entre los fungicidas utilizados.

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que no se obtuvo un efecto benéfico al tratar con fungicidas semillas de buena calidad (semilla sana); sin embargo, cuando se trató semillas de baja calidad, con un alto porcentaje de infección, el porcentaje de emergencia y el número de plantas por área sembrada aumentó significativamente con cualquiera de los fungicidas utilizados.

La semilla de buena calidad, sin ser tratada con fungicida, tuvo un porcentaje de emergencia y un número de plantas del 90 por ciento a los 30 días de la siembra. Este alto porcentaje de emergencia de semillas de buena calidad sin tratar sugiere que el ataque de hongos presentes en el suelo fue casi nulo. En el mismo campo, el porcentaje de emergencia y el número de plantas por área fue de sólo 35 por ciento para la

semillas no tratada de baja calidad. Cuando estas semillas se trataron con fungicidas, el porcentaje de emergencia y la población por área aumentó un 18 por ciento, lo cual indica que la acción benéfica se debió a su efecto contra los hongos presentes, dentro de la semilla, y no contra los hongos del suelo. Este aumento en porcentaje de emergencia también indica que los hongos dentro de la semilla son un factor importante en la reducción de la germinación, así como en su emergencia bajo condiciones de campo.

Bajo estas mismas condiciones, todos los fungicidas protegieron la semilla en forma similar. No se observó un efecto aditivo al usar la combinación de un fungicida sistémico con un fungicida protector. De todos los fungicidas usados, el que dio menor porcentaje de emergencia fue benomyl.

Dependiendo de la flora microbiana del suelo, de las poblaciones fungosas en el suelo y de las condiciones climáticas al momento de la siembra (humedad), el uso de semilla tratada con fungicidas puede ser benéfica y aún necesaria. Sin embargo, este estudio indica que el método más barato y más eficiente para lograr un alto porcentaje de emergencia y obtener un número elevado de plantas por área sembrada, bajo condiciones de campo, es mediante la siembra de semilla de buena calidad, libre de hongos y de otros agentes causales de enfermedades de frijol.

Cuando se hace necesario el uso de semillas de baja calidad, por no haber otra alternativa, la utilización de semilla tratada con fungicidas puede ser benéfica para obtener un aceptable porcentaje de plantas en el campo.

Los resultados obtenidos en esta investigación son muy similares a los obtenidos en estudios efectuados con soya (3, 5).

Resumen

Ensayos *in vitro* para determinar porcentaje de germinación y registrar hongos en semilla colectada en dos lotes de frijol (cv "Tui"), mostraron que un lote contenía semilla de buena calidad (95% de germinación y 0% de hongos portados por la semilla), y el otro de mala calidad (35% de germinación y 88% de

infección por hongos de la semilla). Las semillas de estos dos lotes se trataron con captan, thiram, benomyl y carboxin, a una dosis de 2,52 g del producto comercial por kg de semilla. Las combinaciones de carboxin + captan y de benomyl + thiram se usaron a una dosis de 1,26 g de cada producto por kg de semilla. En un terreno de la sede del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, se sembraron 200 semillas por cada tratamiento, más un testigo repetido cuatro veces. La emergencia se evaluó a los 15 y 30 días de la siembra.

No hubo diferencias significativas en el porcentaje de emergencia entre ninguno de los tratamientos y el testigo, para la semilla de buena calidad. Para la semilla de mala calidad, el tratamiento con fungicidas permitió un porcentaje significativamente más alto de emergencia que el testigo. No hubo diferencia significativa entre los porcentajes de emergencia de ninguno de los fungicidas utilizados con semilla de baja calidad.

Literatura citada

1. ELLIS, M.A., GALVEZ, G.E. y SINCLAIR, J.B. Efecto de tres fungicidas sobre la germinación de semilla infectada de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Turrialba 26: 399-402. 1976.
2. HEUBERGER, J.W. Control of Lima bean diseases. Delaware Agricultural Experiment Station Annual Report (1944-45) Bulletin 259:34-35. 1945.
3. JOHNSTON, A. Soybean seed treatment. Soybean Digest 11 (7):17-20. 1951.
4. MEINERS, J.P. Bean diseases in southern Idaho in 1949. Plant Disease Reporter 34: 14. 1950.
5. MENGISTU, A., ELLIS, M.A., ROYCE, D.J., y SINCLAIR, J.B. Soybean seed treatment studies. Fungicide and nematicide tests results of 1974. Vol. 30: 148-149. 1975.
6. NICHOLSON, J.F. y SINCLAIR, J.B. Amsoy soybean germination inhibited by *Pseudomonas glycinea*. Phytopathology 61: 1390-1393. 1971.
7. ZAUMEYER, W.J. y THOMAS, H.R. A monographic study of bean diseases and methods for their control. USDA Technical Bulletin N° 868. 1957. 259 p.

NOTAS Y COMENTARIOS

Publicaciones

Avances en Producción Animal. El Departamento de Ganadería y Producción Prácticas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile ha iniciado con fecha junio 1976 la publicación de una nueva revista, *Avances en Producción Animal*, dedicada a los investigadores y especialistas en la materia. El director es Mario Silva G. El primer número tiene una revisión sobre fertilización de praderas pastoreadas y cinco artículos de investigación sobre pollos para carne, germinación de *Abiplex*, consumo de fructuosa por toros, crianza de terneros, y levaduras en la alimentación de pollos. Tiene sección de comentarios de libros. La periodicidad parece que es semestral.

Soviet Agriculture Sciences. La firma Allerton Press Inc., que se especializa en publicar revistas científicas soviéticas en traducción completa al inglés (unos 30 títulos en la actualidad), ha iniciado en 1976 la publicación de la revista mensual *Soviet Agriculture Sciences*, versión en inglés de la revista cuyo nombre completo es *Doklady Vsesoyuznoi Ordena Lenina Akademii Sel'skokhozyajstvennykh, Nauk Im V. I. Lenina*.

El primer número tiene 22 artículos en 59 páginas, lo que indica que se trata de comunicaciones cortas, muy concisas, sin cuadros grandes. Sigue la costumbre de otras revistas rusas, de no presentar los análisis estadísticos, indicándose solamente el nivel de significación. La dirección es: Allerton Press Inc., 150 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10011. La suscripción anual (12 números) es de US\$ 150.- el precio del número suelto es de US\$ 25.

Premios Interamericanos de Ciencias Agrícolas en 1976

En 1976, el IICA otorgó tres galardones al mérito agrícola a personalidades del hemisferio. El Director General, Dr. José Emilio G. Araujo, entregó personalmente, en las capitales de los países en que residen, los premios a las siguientes personas nominadas por el Consejo Técnico Consultivo del IICA.

Ing. Hernando Bertoni (Medalla Agrícola Interamericana), Ministro de Agricultura de Paraguay, destacado investigador agrícola, por sus esfuerzos por el desarrollo agrícola de su país.

Ing. Luis Paz Silva (Premio en Desarrollo Agrícola Interamericano), Director General de la Oficina Sectorial de Planificación del Ministerio de Agricultura del Perú, quien ha realizado una labor esforzada en pro del mejoramiento de un sistema nacional de planificación agrícola.

Ing. Helvecio Mattana Saturnino (Premio Agrícola Interamericano para Profesionales Jóvenes), Presidente de la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuária de Minas Gerais, Brasil.

Expedición genética australiana a Asia Menor

Más de 2 000 muestras de trigos primitivos y otras plantas antiguas, colectadas por una expedición australiana en Asia Menor, pueden ayudar a mejorar y proteger los cultivos de trigo en Australia y otros países. La expedición de cinco miembros regresó a mediados de 1976 de una operación de barredura a través de la "media luna fértil" entre el Tigris y el Eufrates, la región donde se originaron muchos de los antecesores de los cereales cultivados hoy día. Avanzando a través de Turquía, Siria, Irán e Iraq colectaron muestras de trigos primitivos, gramíneas emparentadas con el trigo, y muchas otras gramíneas, granos y leguminosas forrajeras (*World Crops*, vol 28, N° 4).

Al finalizar la expedición, dirigida por Gerald Halloran, se habían recogido cerca de 1 000 muestras de especies de trigo "panadero" (*Triticum aestivum*), 120 muestras de trigos de "fideos" (*T. turgidum*), 100 muestras de tres tipos de antecesores del trigo, y 300 muestras de otras gramíneas relacionadas con el trigo. También, 300 muestras de cebada y 400 muestras de leguminosas de grano y forraje.

Cuatro objetivos se señalaron a la expedición. En primer lugar, establecer una colección australiana de germoplasma de trigo, avena, cebada y centeno. Aunque existen colecciones, tanto en Australia, como las extensivas de Estados Unidos y de Rusia, se considera esencial para Australia el tener acceso inmediato a una colección amplia sin las demoras de la cuarentena. En segundo lugar, obtener material para estudios evolucionarios sobre trigo que se realizan en la Universidad de Melbourne. En tercer lugar, suministrar a los mejoradores tipos y material genético de variabilidad amplia, con descripciones exactas y detalladas del hábitat en que se encontraron, para ser usados en programas de mejoramiento de plantas cultivadas. En cuarto lugar, ayudar a los científicos a crear trigos tolerantes a enfermedades y al clima. Es probable que la tolerancia y resistencia a enfermedades se hayan originado en Asia Menor, junto con el mismo trigo y con las enfermedades que lo atacaron en cuanto su cultivo se extendió.

La semilla recolectada en la expedición estuvo detenida en una estación de cuarentena en Melbourne, pero fue liberada después de estar completamente clasificada. Los trigos estarán disponibles para los mejoradores a través de la Australian Wheat Collection.

Estudios sobre insectos del maíz almacenado

De México llegan informaciones sobre investigaciones hechas con insectos del maíz almacenado, que han suministrado resultados que pueden ser útiles para su eventual control.

Durante dos años P. Dobie, un científico del Laboratorio de Productos Tropicales Almacenados, del Reino Unido, estudió en el CIMMYT los insectos que hacen daños después de la cosecha. (*Revisión de Programas, CIMMYT 1976 p. 26*)

Una serie de sus investigaciones trató la susceptibilidad de los granos del maíz al ataque de dos plagas comunes, *Sitophilus zeamais* y *Sitotroga cerealella*. Se calificaron 35 poblaciones de maíz, que incluían maíces opaco-2 de endosperma suave, con respecto a susceptibilidades a los dos insectos. Las mismas poblaciones se calificaron con respecto a varias propiedades químicas y físicas. La mejor correlación estadística se encontró en el contenido de la proteína total del grano. A mayor contenido de proteína total, menor la susceptibilidad a los insectos. Ni la dureza del grano ni el contenido de proteína del endospermo estuvieron tan bien correlacionados. Los científicos especulan que la proteína total alta pudiera estar vinculada con el nivel de algún factor desconocido que confiere resistencia al grano.

En otro estudio se desarrolló y se probó un sistema visual de calificación de las brácteas ("totomoxtle"). Una buena cobertura de brácteas es una barrera contra la infestación tanto en el campo como cuando se almacenan las mazorcas con todo y brácteas. El sistema de calificación se basó en tres elementos: lo apretado de las brácteas, la cobertura total de las brácteas, y la extensión de las brácteas más allá de la punta de la mazorca. Este sistema se comparó con el que se basa sólo en la extensión de las brácteas.

La prueba consistió en la calificación de las brácteas mediante ambos sistemas. Luego, cada mazorca (todavía adherida a la planta) fue cubierta con una bolsa que contenía 20 insectos adultos. Dos semanas más tarde se cosecharon las mazorcas, se llevaron al laboratorio, y se contó el número de insectos que emergían de las brácteas.

El sistema más detallado de calificación probó ser un mejor indicador de la resistencia de la barrera de brácteas a los insectos.

Octavo Coloquio Internacional sobre el Café

Se han recibido invitaciones a participar al Octavo Coloquio Internacional sobre el Café, que tendrá lugar del 28 de noviembre al 4 de diciembre de 1977 en Abidjan, república africana de Costa de Marfil. Las invitaciones han sido cursadas por el Profesor J. Lorougnon Guede, Presidente de la Asociación Scientifique Internationale du Café (ASIC) y Ministro de la Investigación Científica de la República de Costa de Marfil. El Secretario Administrativo Permanente del ASIC es el Dr. R. Coste, Director General del Instituto Francés del Café y del Cacao.

Dos puntos salientes distinguen este próximo coloquio de los anteriores. El primero es que se ha ampliado su temario para incluir aspectos agronómicos en un certamen que trataba sólo de la composición, tecnológica y efectos del café sobre el hombre. El segundo es que se desea ahora que América Latina esté sustancialmente representada dada la importancia de la producción, investigación y comercio del café en la región. Reflejando ambos aspectos, un latinoamericano, el Dr. Pierre G. Sylvain, tendrá a su cargo la presentación de uno de los temas oficiales de la reunión, "Innovaciones agrotécnicas del cultivo del café".

La dirección del Prof. R. Coste, quien está haciendo promoción a la presencia latinoamericana en el coloquio, es 3-1, Rue des Renaudes, 75017 Paris, Francia.

Formation of root storage organs and sprouts in *Pinus oocarpa* seedlings*

CHARLES R. VENATOR**

COMPENDIO

Durante la etapa de vivero del ensayo de procedencias de Pinus oocarpa Schiede se observaron órganos radicales de almacenamiento y brotes del cuello de la raíz, en plántulas de un año. Los "órganos de almacenamiento en forma de zanahoria" llegaron a medir hasta 3 cm de diámetro y 6 cm. de longitud. La frecuencia de los órganos radicales de almacenamiento varió de 0 a 72 por ciento mientras que la frecuencia de los brotes vegetativos del cuello de la raíz varió de 1 a 72 por ciento. La procedencia que falló en desarrollar órganos radicales de almacenamiento tuvo la frecuencia más baja de brotes. La formación de órganos de almacenamiento en las raíces estuvo negativamente correlacionada con la lluvia de la zona de procedencia. El almacenamiento en las raíces puede ser una adaptación evolucionaria polimórfica al fuego o la sequía. La clorofila y los carotenoides estuvieron presentes en la porción del órgano de almacenamiento que está fuera del suelo. Los resultados preliminares de los experimentos en el vivero sugieren que P. oocarpa puede ser plantado por toconchos

El autor.

Introduction

DURING a test of 15 *Pinus oocarpa* Schiede provenances in Puerto Rico, pronounced root storage organs and root collar sprouts were observed on seedlings of some provenances in the nursery phase of the study. Since both phenomena are uncommon in pines, their development was observed throughout the nursery stage.

Some temperate climate pine species frequently develop sprouts after stem death, but these sprouts always arise from axillary buds above the cotyledon point of attachment (4). My observations of 1- and 2-year-old *P. oocarpa* seedlings suggest that vegetative sprouting of axillary buds from root storage organs is a biological adaptation to droughty areas.

Methods and Results

Fifteen provenances of the Commonwealth Forestry Institute *Pinus oocarpa* International Provenance Trial (Table 1) plus one *Pinus caribaea* var. *bonduensis*

Morelet provenance were sown in vermiculite germination beds enclosed by a 20 per cent saran shade box. Five-day-old seedlings were transplanted into 10 × 23-cm polyethylene bags containing a sandy loam soil (pH 5.5). The provenances were lined out in a balanced lattice design of 7-tree plots replicated five times.

In a routine inspection of the seedling beds about 8 months after germination, root storage organs (Fig 1) resembling a carrot were observed on seedlings of several provenances. By 14 months after germination, some storage organs had grown to slightly more than 3 cm in diameter and 6 cm in length. Also, buds and sprouts developed on seedlings with root storage organs (RSO).

The root storage organs were mostly subterranean with less than 2 cm. of the enlarged portion above ground. Cross sections of the carrot-like structure revealed that the stele was intact throughout the storage organ. Careful observations of longitudinally sectioned storage organs revealed that the lateral sprouts arose from the stele within the storage organ and well below the cotyledon attachment point. Many of the storage organs had a prominent constriction near the top (Fig 2). When this constriction was present, budding

* Received for publication July 16, 1976

** Biologist, Institute of Tropical Forestry, P. O. Box AQ, Rio Piedras, Puerto Rico 00928.

Table 1—Seed source information of *Pinus oocarpa* and *Pinus caribaea* provenances

Species and Oxon N°	Country Site	Latitude Longitude	Altitude (meters)	Rainfall (mm)	Dry season 1/
<i>Pinus oocarpa</i>					
1/70	Nicaragua Carnelias	13° 16' N 86° 18' W	1,000	1,500	5B
6/70	Honduras Zapotillo	14° 37' N 87° 02' W	1,100	1,200	5B
11/70	Guatemala Conacaste	15° 10' N 89° 21' W	650	1,900	5B
16/70	Honduras Agua Fria	15° 16' N 87° 06' W	1,100	1,100	5D
1/71	Nicaragua Junquillo	13° 42' N 86° 35' W	1,000	900	5-6A
3/71	Guatemala Bucaraí	15° 01' N 90° 09' W	1,100	800	6A
5/71	Honduras Zamorano	13° 58' N 86° 59' W	1,000	1,100	6A
6/71	Nicaragua Yucal	12° 55' N 85° 47' W	900	1,400	5B
7/71	Honduras Siguatepeque	14° 32' N 87° 45' W	1,100	1,250	5A
8/71	Guatemala Lagunilla	14° 42' N 89° 57' W	1,300	950	6A
10/71	Guatemala San José	14° 28' N 89° 28' W	1,000	1,000	6A
27/71	Nicaragua Rafael	13° 12' N 86° 06' W	1,100	1,500	5B
29/71	Guatemala Huehuetenango	15° 13' N 91° 32' W	1,700	1,000	6A
30/71	Belize Mt. Pine Ridge	17° 00' N 88° 55' W	700	1,600	2C
31/71	México Jitotil	—	1,600	—	—
<i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i>					
22/70	Nicaragua Alamicamba	13° 34' N 84° 17' W	25	2,900	1D

1/ The figure is the number of months with an average rainfall of less than 60 mm and the letter is a comparative rating of the severity of dry season A being the most severely dry and D the least dry



Fig. 1—Root storage organs in *Pinus oocarpa* seedlings. The 7/71 seedling has several small sprouts at the constriction on the carrot-like storage structure. The 6/71 seedling has a small lateral sprout although no "carrot" is present. Seedling 30/71 failed to either sprout or form a "carrot". The 11/70 seedling formed a "carrot" with large sprouts. If the primary shoot is removed, lateral shoots arising from the root storage organ may achieve apical dominance.

was profuse, and in several seedlings more than 20 buds had emerged from this area.

The *P. oocarpa* provenances were collected from either Subtropical Dry or Subtropical Moist Life Zones (2). All provenances from the Subtropical Dry Life Zone had high RSO frequencies, the Subtropical Moist Life Zone provenances (with the exception of the 11/70 outlier provenance) had either low RSO frequencies or no evidence of RSO formation (Table 2). Since the RSO structure had not been previously reported for *P. oocarpa*, it is impossible, without an expected RSO frequency, to state whether the differences in RSO frequencies between the Subtropical Dry and Subtropical Moist Life Zone provenances as expressed in Puerto Rico are the result of environmental segregation. However, statistical comparison between the mean RSO frequencies of the Subtropical Dry and Subtropical Moist Life Zone groups showed that the mean differences are highly significant ($p < 0.001$).

The RSO frequency data were converted to arc-sin values to determine if RSO formation was linearly related to rainfall at the provenance's origin. The results indicated that RSO frequency was negatively correlated to rainfall ($r = -0.50$) (When the outlier provenance



Fig. 2—Root storage organ with well defined constriction ring and sprouts arising from the constriction ring. The constriction ring is normally found just above the soil line.

11/70 was deleted, the correlation was stronger, $r = -0.74$). However, when the nine Subtropical Dry Life Zone provenances were analyzed separately, there was no correlation ($r = 0.23$) between RSO frequency and rainfall, which ranged from 800 to 1250 mm. The plotted observations in Figure 3 further suggest that RSO frequency is high whenever rainfall is lower than 1250 mm. Thus, RSO frequency is perhaps best described as an expression of geographic polymorphism that follows a cut-off point in rainfall.

The single *P. caribaea* var. *bonduriensis* provenance included in this provenance trial as a control to compare field growth failed to develop root storage organs, although a few seedlings did produce branches above the root collar. Rainfall in the collection area of this provenance (Table 1) is about 2900 mm; thus, it is adapted to a Tropical Moist Life Zone.

Discussion

The variation in RSO frequency among the provenances studied suggests that this expression is under genetic control and that the presence or absence of storage organs may be attributed to genetic polymorphism. Since root storage organs were associated with environments having a long, harsh dry season, it survives drought and are maintained in the population

Table 2.—Frequency of root storage organs among 15 *Pinus oocarpa* and one *P. caribaea* provenances.

Species and Oxon No	Seedlings observed (number)	Rainfall (mm)	Life zone classification 1/	Frequency of storage organs (percent)
<i>P. oocarpa</i>				
1/70	68	1,500	STM	13
6/70	90	1,200	STD	52
11/70	106	1,900	STM	53
16/70	65	1,100	STD	56
1/71	66	900	STD	72
3/71	54	800	STD	44
5/71	70	1,100	STD	54
6/71	51	1,400	STM	0
7/71	117	1,250	STD	66
8/71	106	950	STD	37
10/71	97	1,000	STD	62
27/71	108	1,500	STM	5
29/71	98	1,000	STD	66
30/71	133	1,600	STM	11
31/71	125	2/	2/	33
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> ^{3/}				
22/70	50	2,900	TM	0

1/ Subtropical Moist (STM), Subtropical Dry (STD) and Tropical Moist (TM) Life Zones as defined by Holdridge (2)

2/ Data not available

3/ *Pinus caribaea* var. *hondurensis* provenance included as a control in the provenance trial

seems they are primarily an evolutionary adaptation to it different frequencies by natural selection. The only it came from an area with 1900 mm of rainfall. No exception to this hypothesis was the provenance 11/70, further studies.

The ability to form root storage organs may partially explain why *Pinus oocarpa* has been described as ecologically adapted to drier, impoverished, and fire-frequented environments (1). On the other hand, neither root storage organs nor root collar sprouts have been reported for *P. caribaea*, a species whose natural populations are found in Subtropical and Tropical Moist Life Zones.

The primary function of the root storage organ may be to supply moisture and nutrients for either the

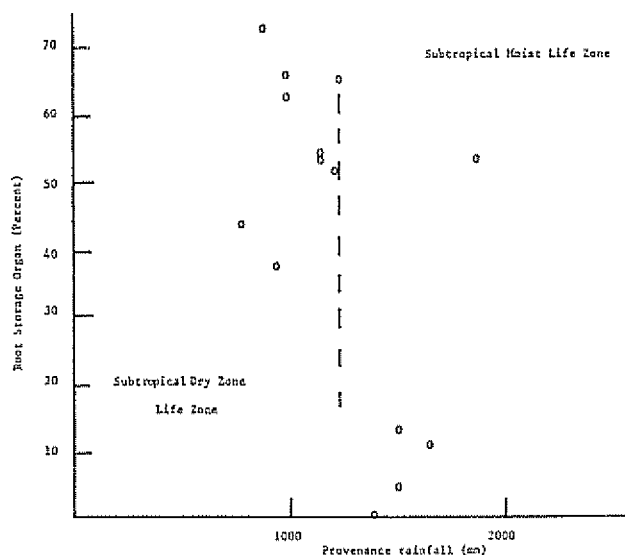


Fig. 3.—Relationship between rainfall at provenance origin and the frequency of root storage organs among *P. oocarpa* seedlings grown in Puerto Rico

development of axillary buds at the root collar or to enhance taproot growth during the annual dry season. A second function may be to provide protection if a fire occurs, since a large moist storage organ would protect embedded axillary buds during a light ground fire.

Possibly, the construction ring observed on many of the root storage organs plays an important role in the development of the sprouts from the storage organ since it may restrict (i.e., concentrate) the upward movement of hormones that stimulate shoot growth and are known to originate in the roots (5). Thus, profuse sprouting at the constriction suggests more than a casual relationship between root storage organs and budding.

Field observations of 1-year-old seedlings in several Puerto Rican plantations support the occurrence of root sprout in *P. oocarpa*. Shortly after establishment of four field trials, the primary shoot of a few seedlings died or was broken off; however, lateral sprouts emerged from the root collar region of these seedlings and one apparently developed apical dominance. Although this is the first report that *P. oocarpa* seedlings develop root sprouts, Kemp (3) reported that *P. oocarpa* trees with dead trunks frequently sprouted from the root collar after a fire. He suggested that the extreme trunk sweep of many trees in *P. oocarpa* forests resulted from basal sprouting, after fire because the dead trunk forced the new sprout, arising from the root collar, to sweep out at the base. In Puerto Rico we have observed sprouting from the root collar area of *P. oocarpa* seedlings which had suffered top death

as a result of a grass fire which swept through the plantation about 8 months after it was established

The possibility that the root storage organ serves as a moisture and nutrient supply and may enhance survival of bare-root seedlings should be investigated. Forest geneticists should take into consideration the variation in capacity of these provenances to develop root storage organs in any long term breeding program. Likewise the forester who wants to reforest drier areas with *P. oocarpa* should be aware that natural regeneration may be influenced by the presence or absence of the root storage organ; thus, he should consider selecting a provenance with the capacity to develop root storage organs.

Conclusions

Root storage organ formation in *Pinus oocarpa* in Puerto Rico is more frequent in provenances from Subtropical Dry Life Zones than in those from Subtropical Moist Life Zones. Apparently, the development of storage organs is an evolutionary adaptation to droughty climates, and this phenomenon should be considered when dry climates are reforested with *P. oocarpa*.

Summary

During the nursery phase of the *Pinus oocarpa* Schiede provenance trial root storage organs and root collar sprouts were observed on year-old seedlings. The "carrot like storage organs" ranged from up to 3 cm in diameter and up to 6 cm in length. The frequency of the root storage organs ranged from 0 to

72 per cent while the frequency of vegetative sprouts from the root collar ranged from 1 to 72 per cent. The provenance failing to develop root storage organs had the lowest frequency of sprouting. Root storage formation was negatively correlated with provenance rainfall. Root storage organ formation may be a polymorphic evolutionary adaptation to either fire or drought. Chlorophyll and carotenoids were present in the above ground portion of the root storage organ. Preliminary results from nursery experiments suggest that *P. oocarpa* can be stump planted.

Literature cited

- 1 DENEVAN, WILLIAM M. The upland pine forests of Nicaragua: A study in cultural plant geography. University of California Publications in Geography 12: 251-320. 1961
- 2 HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105: 367-368. 1947.
- 3 KEMP, R. H. International provenance research on Central American pines. Commonwealth Forestry Review. 52: 55-66. 1973.
- 4 STONE, E. I. Jr and STONE, M. H. Root collar sprouts in pine. Journal of Forestry 52: 487-491. 1954.
- 5 WAREING, P. R., and PHILLIPS, I. D. J. The control of growth and differentiation in plants. Oxford, England. Pergamon 1970. 303 p.

NOTAS Y COMENTARIOS

Los comejenes necesitan microbios

Investigaciones hechas en la Universidad del Estado de Michigan por John Breznak sobre los microbios en el intestino de los comejenes (o termitas) pueden ayudar a controlar el daño que hacen a la madera estos insectos y pueden al mismo tiempo rendir información acerca de la fijación del nitrógeno y la producción de metano (*Michigan Science in Action* N° 29, 1976).

Aunque los comejenes juegan un papel en la naturaleza al transformar árboles muertos y otro material celulósico en compuestos solubles, los daños que causan en todo el mundo se calculan en 1,5 mil millones de dólares al año.

El Dr. Breznak encontró que bacterias que viven en el intestino posterior de los comejenes tienen capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico y de producir metano. Este descubrimiento básico puede ser importante por tres razones prácticas y por eso Breznak está tratando de aislar las dos clases de microbios.

La primera razón es que la manipulación de sus bacterias puede constituir una nueva forma de controlar el termita. La

madera, que es el alimento de muchos termites, contiene muy poco nitrógeno. Las bacterias fijadoras del nitrógeno en el intestino del insecto pueden ser vitales para la supervivencia del comején. Esto concuerda con ciertas teorías de gentes como Dale Norris, que consideran que cierto tipo de simbiosis entre insectos y bacterias es común y no excepcional en el reino animal (Cf *Turriaba* 23: 123. 1973). Si los científicos pudiesen destruir las bacterias, podrían indirectamente matar al comején. O como sugiere Breznak, las bacterias podrían ser aisladas, cultivadas en el laboratorio, y después alteradas genéticamente hacia un tipo que estorbe al termita en lugar de ayudarlo.

La segunda razón es que una comprensión del proceso de fijación del nitrógeno en los termites puede aumentar la eficiencia de la fijación biológica o química del nitrógeno, o también sugerir nuevas formas de hacerlo.

La tercera razón se refiere a la producción de metano por otras bacterias del interior del insecto. El metano es un combustible no contaminante y la ciencia está tratando de encontrar nuevas formas de fabricarlo en cantidad. En ciertas condiciones, las bacterias del intestino producen mucho más metano que otros organismos. El Dr. Breznak duda que unas "factorías de termites" resolverán la crisis energética, pero sugiere que las bacterias de los termites pueden ofrecer una pista. Un estudio cuidadoso de estas bacterias llevará a una mejor comprensión del proceso de formación de metano, y puede sugerir mejores maneras de producirlo comercialmente.

Nuevo índice para la selección de toros

Un índice propuesto para seleccionar toros sementales puede evitar algunos de los problemas que se presentan en el mejoramiento de los hatos ganaderos.

El seleccionar como reproductores aquellos toros que sobresalen en peso de terneros de un año está recibiendo mucha atención en la industria porque tales toros pueden contribuir al rápido crecimiento deseado y al tamaño grande en su descendencia destinada al beneficio. Pero hay algunas desventajas concomitantes.

Gordon Dickerson, del Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos, en Clay Center, Nebraska, señala que la selección para mayor peso de terneros de un año aumenta inadvertidamente el peso de terneros al nacimiento, la dificultad en la parición, y la mortalidad de terneros, y que la tasa de concepción subsecuente es más baja en vacas con dificultades en la parición. A la larga, el costo de mantenimiento para el rebaño de vacas también aumenta porque las vacas alcanzan un mayor tamaño a la madurez.

Dickerson y sus colaboradores sugieren una selección simultánea *para* peso del ternero de un año y *contra* tamaño al nacimiento, una posibilidad biológica debido a que estos caracteres no están estrechamente correlacionados genéticamente (*Agricultural Research* September 1976). Proponen un índice que consiste en el peso al año menos 3,2 veces el peso al nacer ($H=Y-3,2W$)

Se calcula que el uso de este índice podría reducir la tasa de aumento de peso al nacer en un 55 por ciento y la de peso a la madurez en un 25 por ciento pero retendría 90 por ciento de la ganancia potencial en peso al año.

El índice debería rendir un incremento neto de alrededor de 6 por ciento en la eficiencia de la producción sobre la selección para peso al año solamente, cuando la eficiencia de la producción se define incluyendo los costos de las pérdidas en la reproducción y en el mantenimiento del hato de vacas.

Es posible un 6 por ciento de incremento adicional en la eficiencia de la producción neta si se incluye en el índice una selección para grasa más delgada en la parte trasera del ternero, dice el Dr. Dickerson, pero el tamaño a la madurez es probable que se incremente algo más rápido. Este índice es peso al año menos 3,2 veces el peso al nacer menos 2,9 veces el grosor de la grasa sobre el lomo, medido en la 13ª costilla ($H=Y-3,2W-2,9B$)

En el estudio, los científicos usaron los pesos individuales de los animales, los registros de consumo de alimentos después del destete, y las medidas de sebo en la 12ª costilla de la canal, en unos mil animales. Con estos datos, estimaron la heredabilidad y correlación de caracteres, y usaron después los estimados para comparar la exactitud de las varias combinaciones de caracteres para predecir el valor para seleccionar una mejor eficiencia en la producción de carne. La eficiencia se definió como el valor al por menor de los cortes esencialmente sin hueso, con ajustes para el aspecto de la carne, menos el alimento postdestete y costos fijos, pero sin diferenciales de costo por variaciones de peso al destete.

El porqué de los pequeños RNAs

Hay mucho que aprender todavía sobre las funciones de los ácidos nucleicos particularmente aquellas clases que no toman parte en la síntesis de las proteínas. La próxima clase destinada a un escrutinio más estrecho lo constituyen los pequeños RNAs que están presentes en todas las células animales. Un mapa preliminar de sus andanzas, trazado por

Gary Ziery y Sheldon Penman, del MIT, sugiere que pertenecen a estructuras celulares importantes que todavía no se han identificado (*Cell*, vol. 8 p. 19)

Aparte de su tamaño, de 90 a 300 nucleótidos, y de su estabilidad, los pequeños RNAs tienen poco en común entre sí. Uno, comúnmente encontrado en virus de tumores, parece estar parcialmente agregado a la membrana celular. Se conocen otros que son constituyentes de partículas de ribosoma; otro resulta estar ligado al RNA ribosomal durante su manufactura. El tipo más abundante reside en complejos proteínicos grandes en el núcleo, laxamente adheridos a los cromosomas; mientras que la mayoría del resto pertenece a un "esqueleto nuclear", que queda en el núcleo cuando los cromosomas son extraídos.

Lo que están haciendo estos RNAs nucleares es un misterio, aunque observaciones en amibas por Lester Goldstein de la Universidad de Colorado deben proporcionar una pista (*Nature*, vol. 261, p. 159). Encuentra que cerca del inicio de la división celular, y de nuevo cerca del final, los pequeños RNAs por breves momentos se apiñan sobre los cromosomas en condensación y descondensación.

La estabilidad de los RNAs nucleares, sus secuencias fijas, y la extensa metilación de algunos de ellos, recuerdan a los RNAs por breves momentos se apiñan sobre los cromosomas por una cuidadosa preparación, ya que todos van primero al citoplasma, algunos como distintivos precursores de vida corta. Sólo entonces retornan al núcleo. Quizás emplean ese tiempo enlazándose con proteínas.

Algo posible es que toman parte en estructuras algo parecidas a los ribosomas involucrados en el acondicionamiento o formación de los cromosomas. La mayor parte de los papeles fuera del código genético están por supuesto desempeñados ahora por proteínas, pero los RNAs de los ribosomas y otros parecidos son un recuerdo de que los ácidos nucleicos deben haber llegado primero e iniciado ellos mismos las tareas esenciales. Pudiera ser que los pequeños RNAs nucleares probarán también ser reliquias vivientes de aquella era.

Antitranspirantes de origen vegetal

Investigaciones hechas en Chapingo, México, por Bonifacio Rolim y Ramón Fernández González, indican que extractos acuosos de plantas de lugares áridos tienen efectos inhibitorios sobre la transpiración del frijol sin reducir sus rendimientos, lo que abre posibilidades para su uso en cultivos bajo riego (*Agrociencia* N° 19: 37-43)

Los antitranspirantes se han estado estudiando desde casi 15 años aplicados a las hojas para reducir las pérdidas de agua por transpiración y mantener las células más turgentes y ampliar los intervalos del riego. Hasta la fecha se han utilizado productos sintéticos como el alcohol cetílico, silicónes y algunos compuestos patentados, que han tenido efecto positivo en reducir el consumo de agua, pero se han observado efectos tóxicos, reducción de rendimientos y costos muy elevados.

Rolim y Fernández utilizaron extractos de vainas de mezquite (*Prosopis juliflora*), hojas de pirul (*Sebinus molle*) y pencas de nopal (*Opuntia ficus indica*) en la proporción de un kilogramo de material en un litro de agua. Se utilizaron cuatro diluciones de 1:5 hasta 1:20 y se aplicaron a tres intervalos de 10, 15 y 20 días con una bomba aspersora manual sobre el haz y el envés de hojas del cultivar 'Canario 101' de frijol, en condiciones de invernadero.

Hubo efecto de los extractos de todas las especies sobre la reducción de la transpiración, llegándose a un máximo de 15 por ciento para el caso del mezquite. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí entre estos y el testigo sin extractos. No hubo efecto sobre los rendimientos de materia fresca y materia seca en hojas, tallos y vainas. Tampoco hubo toxicidad en las plantas tratadas.

Tasas de digestión **in vitro** de seis gramíneas tropicales^{*1/}

D PEZO,** K VOHNOUT***

ABSTRACT

In vitro digestion rates chemical composition were studied in six tropical grasses of three different cutting ages. Results indicate that in tropical grasses the stage of maturity seems to be more important than the differences between species to determine the digestion coefficients and rates. In addition, conventional chemical analyses were not reliable to predict the digestion rates — The authors

Introducción

LA mejor medida del valor nutritivo de un forraje es la respuesta animal. Este parámetro es función del consumo, digestibilidad y eficiencia de utilización de los nutrimentos, siendo el consumo el factor más importante. A su vez, el consumo es una variable dependiente de la digestibilidad, entre otros factores (6, 9). Sin embargo, se ha observado que en algunas especies no hay una relación significativa entre ambos parámetros (24). Gill *et al* (12) mostraron que el consumo de materia seca digerible estaba relacionado a la tasa de digestión *in vitro* de la celulosa. Este resultado estaría de acuerdo con la hipótesis de "llenado del rumen" (5) como el mecanismo más importante de regulación del consumo en alimentos fibrosos. Según esta hipótesis, si un forraje es más rápidamente digerido demorará menos en el retículo-rumen, lo que permitiría mayor consumo. Por consiguiente, parecería que una evaluación que incluya la tasa de digestibilidad sería mejor que otra que sólo considere los coeficientes de digestibilidad. En especies de zona templada, Van Soest (26) ha encontrado diferencias debidas a especies en la velocidad de digestión y Smith *et al* (22) han observado diferencias debidas al estado de madurez, las que según los mismos autores (23) pueden ser explicadas por diferencias en proporción entre las fracciones químicas normalmente analizadas. No hay información para forrajes del trópico. Por consiguiente,

los objetivos del presente estudio fueron determinar en pastos tropicales las relaciones entre la velocidad de digestión y las diferentes fracciones químicas, según la especie y el estado vegetativo.

Materiales y métodos

Se utilizaron muestras provenientes de 18 ensayos de consumo y digestibilidad (30), con 72 animales cuyos pesos oscilaban entre 150 y 450 kilos. Se usaron las muestras de forraje ofrecido y rechazado de seis gramíneas tropicales: pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.) guinea (*Panicum maximum*, Jacq.) elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach.), Pará (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf), alemán (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc.) y gamalote (*Paspalum fasciculatum*, Willd.), cosechadas a 4, 8 y 12 semanas de edad. En las muestras de forraje ofrecido y rechazado en los ensayos *in vivo*, se determinó la digestibilidad de materia seca a 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas, usando la fase celulolítica del método de digestión *in vitro* de Tilley y Terry (28). Así mismo se determinaron los constituyentes de pared celular (FDN), la fibra detergente ácido (FDA), la hemicelulosa (H), celulosa (C), lignina permanganato (L) y sílice (Si), usando el sistema para el análisis de fibra de forrajes propuesto por Göering y Van Soest (13) y la proteína (P) por el método micro-Kjeldahl (3). Para el análisis de los solubles en agua (Sol) se pesó 0,5 g de muestra, se adicionó 10 ml de agua destilada y se mantuvo en estufa incubadora a 39°C por 18 horas, al cabo de las cuales se filtró el residuo en papel Whatman N° 54, previamente tarado. Se secó a 105°C por ocho horas y se pesó. Con este último procedimiento se trató de medir el material solubilizado en la etapa previa a la inoculación en el procedimiento de digestibilidad *in vitro*.

* Recibido para la publicación el 5 de agosto de 1976

1/ Trabajo basado en parte de la tesis del Ing. Zoot. Danilo Pezo para optar el grado de *Magister Scientiarum* en el IICA, Turrialba, Costa Rica, 1974.

Los autores expresan su agradecimiento al Ing. Zoot. Carlos León-Velarde, Profesor de la Universidad de Costa Rica, por las facilidades y ayuda en los análisis químicos.

** Dirección actual: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

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

La digestibilidad del forraje consumido se estimó mediante la relación:

$$\% Dc = [\% (Do \times Co - \% Dr \times Cr) / Co - Cr] 100 \dots [1]$$

donde: Dc = digestibilidad del forraje consumido, Do = digestibilidad del forraje ofrecido, Dr = digestibilidad del forraje rechazado, Co = cantidad ofrecida de forraje, Cr = cantidad rechazada de forraje. La misma relación se usó para estimar el por ciento de las diferentes fracciones químicas en el forraje consumido, a partir de la composición química del forraje ofrecido y rechazado.

La digestibilidad *in vitro* quedó definida por la función $Y = 1/(a + b \exp. - cX) \dots [2]$, donde: Y = por ciento de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, $1/a =$ digestibilidad potencial, $1/(a+b) =$ digestibilidad inicial, c = tasa de aceleración de la digestión y X = tiempo de digestión, en horas.

Los parámetros de las tasas de digestión quedaron definidos al derivar la función [2], $dY/dX = (c - acY) Y \dots [3]$ en que c = tasa de aceleración de la digestión y ac = tasa de inhibición de la digestión.

Los parámetros (c), (ac) y (1/a) se analizaron en un diseño jerárquico, de acuerdo al modelo $Y_{ijk} = u + P_i + E_j(i) + Ak(ij) \dots [4]$, donde Y_{ijk} = cualquier observación, u = media general, P_i = efecto del pasto "i", $E_j(i)$ = efecto de la edad "j" dentro del pasto "i" y $Ak(ij)$ = efecto del animal "k" dentro de la edad "j" del pasto "i" (error).

Resultados y Discusión

La composición de los forrajes se muestra en el Cuadro 1. Los valores de FDN variaron entre 73 y 85 por ciento; los de FDA de 43 a 54 por ciento; los de celulosa, de 27 a 35 por ciento, los de lignina permanganato, de 4 a 13 por ciento; los de sílice, de 2 a 12 por ciento; y los de proteína, de 9 a 14 por ciento. En general, la variabilidad no es tan amplia como si se hubiera considerado especies leguminosas o se hubiera incluido muestras con menores edades de corte. Los valores de las fracciones fibrosas son bastante más altos que los encontrados por Johnson y Pezo (15) en especies similares.

En el Cuadro 2 se muestran las tasas de aceleración (c), de inhibición (ac) y la digestibilidad potencial (1/a) para los diferentes pastos y edades estudiados.

Cuadro 1.—Composición del forraje consumido.*

Pasto		FDN	FDA	Hemi-celulosa	Celulosa	Lignina	Sílice	Proteína
Gamalote,	4 sem.	81	46	34	27	11	6	11
Gamalote	8 sem.	83	48	36	28	13	6	11
Gamalote,	12 sem.	80	48	32	30	12	5	10
Alemán,	4 sem.	74	43	30	31	7	5	13
Alemán,	8 sem.	79	44	35	34	5	5	12
Alemán,	12 sem.	76	44	32	33	6	5	9
Guinea,	4 sem.	84	47	38	31	9	5	11
Guinea,	8 sem.	81	48	33	33	9	5	9
Guinea,	12 sem.	81	46	35	31	10	5	9
Pará,	4 sem.	82	43	38	32	7	4	14
Pará,	8 sem.	85	46	39	35	7	2	13
Pará,	12 sem.	82	54	28	31	8	12	9
Elefante,	4 sem.	73	44	30	27	7	8	13
Elefante,	8 sem.	77	46	31	33	7	5	11
Elefante,	12 sem.	79	41	36	28	7	5	8
Pangola,	4 sem.	79	38	41	29	5	3	14
Pangola,	8 sem.	78	41	37	31	5	4	10
Pangola,	12 sem.	81	39	41	31	4	4	10

* Datos expresados en base seca, por ciento

Para los valores de "c" y "ac" sólo resultaron significativas ($p < 0,01$) las diferencias debidas a edades/pastos (Cuadro 3), sin una tendencia muy definida. Era de esperarse que "c" disminuyera con la edad y "ac" se incrementara. Quizás estas tendencias se podrían haber notado trabajando con cortes más tempranos, ya que las especies tropicales maduran rápidamente (14, 15). Así mismo, si en el trabajo se hubieran considerado especies más disímiles, por ejemplo gramíneas y leguminosas, las últimas probablemente habrían mostrado mayores valores de tasa de aceleración de la digestión y menores valores de tasa de inhibición (10). En relación con la digestibilidad potencial ($1/a$), ésta varió entre 40,2 y 63,2 por ciento para guinea y elefante de 12 semanas, respectivamente. Las diferencias entre especies y edades/especies resultaron significativas ($P < 0,01$) (Cuadro 3). Hay que notar que en los pastos en estudio no se observó la tendencia esperada de reducción de la digestibilidad con el avance en edad del pasto (15). Sin embargo, el mismo problema fue observado en los ensayos de digestibilidad *in vivo* de los que se tomaron las muestras para el presente estudio (30). Posiblemente, puede haber un efecto confundido de edad de la planta con factores de

Cuadro 2—Parámetros de digestión.

Pasto		Fasa de aceleración de la digestión (c)	Fasa de inhibición de la digestión (ac) ^a	Digestibilidad potencial (1/a)
Gamalote,	4 sem	0,119	0,221	54,0
Gamalote,	8 sem	0,113	0,219	51,5
Gamalote,	12 sem	0,123	0,234	52,5
Alemán,	4 sem	0,221	0,469	47,1
Alemán,	8 sem	0,085	0,135	62,9
Alemán,	12 sem	0,065	0,100	64,6
Guinea,	4 sem	0,091	0,201	45,5
Guinea,	8 sem	0,108	0,258	41,9
Guinea,	12 sem	0,092	0,230	40,2
Pará,	4 sem	0,074	0,137	54,0
Pará,	8 sem	0,075	0,130	57,9
Pará,	12 sem	0,060	0,103	58,0
Elefante,	4 sem	0,071	0,124	57,1
Elefante,	8 sem	0,075	0,128	58,9
Elefante,	12 sem	0,080	0,128	63,2
Pangola,	4 sem	0,115	0,198	58,2
Pangola,	8 sem	0,086	0,151	57,1
Pangola,	12 sem	0,079	0,140	56,7

^a Los valores de "ac" se presentan multiplicados por $10^2(ac \times 10^2)$

Cuadro 3—Análisis de variancia para los parámetros de digestión.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados Medios		
		c	ac $\times 10^2$	1/a
Pastos	5	0,0057	3,430	479,104*
Edades/pastos	12	0,0052*	3,060*	78,529*
Animales/edades/pastos	54	0,0003	0,225	3,312

^a $P \leq 0,01$

clima y suelo, ya que los ensayos *in vivo* fueron conducidos en períodos diferentes y el forraje fue cosechado en potreros diferentes. Es importante resaltar que la variabilidad debida a edad, utilizada como error para el efecto de pastos, en los casos de las tasas de aceleración e inhibición de la digestión fue suficientemente grande como para enmascarar el efecto de los pastos en sí. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, esto implicaría que en gramíneas tropicales el estado de madurez es más importante que la especie misma, como determinante de la velocidad de digestión.

La digestibilidad *in vitro* en función del tiempo de incubación definida por la función [2] ($R^2 = 0,920$ a $0,998$), se puede observar en la Fig. 1. Cizek (8) y Smith *et al* (22) han preferido expresar la velocidad de digestión como una relación entre la digestibilidad de materia seca después de un tiempo dado, expresada como porcentaje de la digestibilidad potencial (Y) y el tiempo (X). Esta relación quedó definida por una función logarítmica de la forma $Y = a + b \log X$. En el presente estudio se ha considerado una función sigmoidea, ya que existe un período inicial de lenta digestión y de aceleración creciente (18). Según Arroyo Aguilú (2), esto es debido a un desequilibrio inicial en los microorganismos por el cambio del rumen del animal al sistema *in vitro*. Nótese que al humedecer la muestra 18 horas antes de la inoculación se produjo la solubilización de la mayor parte de los constituyentes solubles y suspendidos del protoplasma (29), dando origen al valor de digestibilidad a tiempo cero, $Y = 1/a + b$. Al correlacionar la digestibilidad inicial con el contenido de solubles en agua se obtuvo una correlación de $r = 0,46$ ($P \leq 0,01$). La solubilización inicial trajo como ventaja que se tuviera un buen índice de repetición en la digestibilidad a períodos cortos, en contraste a la alta variabilidad observada por Arroyo-Aguilú (2) y Neathery (20) en digestibilidad determinada en períodos menores a 12 horas de incubación.

Según la Fig. 1, el tiempo requerido para aproximarse a la digestibilidad potencial o máxima fue de 48 horas en la mayoría de las especies, lo cual es coincidente con lo observado por Smith *et al* (22) en especies de zona templada. Pasado este período casi no

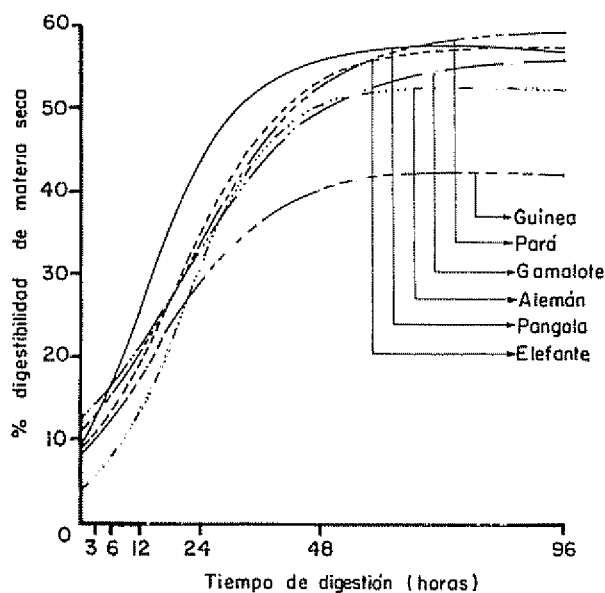


Fig. 1.—Tasa de digestión de la materia seca en seis gramíneas tropicales

hubo cambios, lo que implica la existencia de fracciones del forraje que son completamente indigeribles. Por consiguiente, 48 horas de incubación, el tiempo normalmente usado en los procedimientos *in vitro* para la fase celulolítica (28), es también adecuado para gramíneas tropicales.

En los Cuadros 4 y 5 se puede observar las relaciones entre "c" y "ac" y las fracciones químicas. Los valores del R^2 fueron más altos dentro de especies que

cuando se consideraron todos los pastos. Esto sería consecuencia de que muchas de las fracciones químicas varían en estructura en las diferentes especies (11), lo que determina que la magnitud de la limitación de la digestibilidad por acción de una fracción química dada no sea la misma en todas las especies. Además, se observó que en la mayoría de las relaciones estudiadas, el modelo cuadrático presentó los valores más altos de R^2 . Se puede observar que a nivel de especies individuales la fibra detergente ácido (FDA) pareció estar más relacionada con las tasas de aceleración e inhibición de la digestión que la fibra detergente neutro (FDN). Ambas fracciones difieren sólo en el contenido de hemicelulosa, la que según Van Soest (25) no es uniforme desde el punto de vista químico ni fisiológico. Esta sería la razón de la ventaja de la FDA sobre la FDN para explicar diferencias en las tasas de aceleración e inhibición de la digestión. De los componentes de la fibra detergente ácido, lignina y sílice fueron las fracciones más relacionadas con las tasas de aceleración e inhibición de la digestión. Las diferencias entre especies, para lignina, podrían deberse a que el análisis químico usado mide la concentración total de lignina, no considerando el carácter cualitativo del complejo lignina: celulosa-hemicelulosa (1) o el grado de lignificación (4).

En los Cuadros 4 y 5 se observa que en algunas especies también la proteína estuvo relacionada con las tasas de aceleración e inhibición de la digestibilidad. Sin embargo, esta relación no parece ser causal ya que los niveles de proteína observados en los pastos analizados no pueden considerarse limitantes de la actividad microbiana (17). Parece más bien una relación indirecta, pues a menor concentración de fracciones solubles hay un mayor contenido de carbohidratos estructurales (22) y por consiguiente menor digestibilidad.

Cuadro 4.—Valores de r^2 de la predicción de la tasa de aceleración de la digestión (c) en función de diferentes fracciones químicas

Pasto	FDN	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	Sílice	Proteína
Gamalote	0,004 G	0,125 LN, C	0,431 C**	0,297 C	0,621 C**	0,410 C**	0,502 C**
Alemán	0,412 LG*	0,775 G**	0,277 C	0,854 C**	0,735 C**	0,549 C**	0,789 C**
Guinea	0,001 LN	0,196 C	0,045 C	0,156 C	0,271 C	0,201 C	0,213 C
Pará	0,042 LG, G	0,608 G, C**	0,675 C**	0,182 C	0,664 C**	0,569 C**	0,675 C**
Elefante	0,696 C**	0,596 C**	0,705 C**	0,041 C	0,320 C	0,196 C*	0,652 C**
Pangola	0,054 LN, C	0,700 C**	0,444 C*	0,401 LG, G*	0,170 C	0,712 C**	0,492 C*
Todos	0,079 C*	0,022 C	0,004 C	0,079 C*	0,064 G*	0,086 C*	0,081 C*

C = Modelo Cuadrático
G = Modelo Geométrico
LG = Modelo Logarítmico

LN = Modelo Lineal
* $P < 0,05$
** $P < 0,01$

Cuadro 5—Valores de r^2 de la predicción de la tasa de inhibición de la digestión (ac) en función de diferentes fracciones químicas, en seis pastos tropicales.

Pasto	FDN	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	Sílice	Proteína
Gamalote	0,006 G	0,254 C	0,153 C*	0,081 C	0,662 C**	0,343 C*	0,364 C*
Alemán	0,428 LG*	0,773 G**	0,287 LG	0,348 C*	0,686 C**	0,578 C**	0,731 C**
Guinea	0,015 LN	0,123 C	0,061 C	0,836 LG**	0,112 C	0,137 C	0,225 C
Pará	0,036 G	0,683 C**	0,655 C**	0,163 C	0,526 C**	0,524 C**	0,707 C**
Elefante	0,128 G	0,083 C	0,201 C	0,090 C	0,228 C	0,155 C	0,265 C
Pangola	0,059 LN, C	0,652 C**	0,400 C*	0,046 C	0,152 C	0,671 C**	0,502 C**
Todos	0,052 C*	0,019 C	0,009 C	0,376 G**	0,137 G**	0,088 C*	0,039 C

C = Modelo Cuadrático

LN = Modelo Lineal

G = Modelo Geométrico

* $P < 0,05$

LG = Modelo Logarítmico

** $P < 0,01$

Al relacionar la digestibilidad potencial con la composición química (Cuadro 6) se pudo ver que las fracciones químicas explicaban las diferencias observadas en menos casos y en menor proporción que los anotados para las relaciones con la velocidad de digestión. Tal vez en este caso sea más crítica la falta de métodos químicos indicativos de la porción no digerible de la fracción fibrosa, lo que según Waldo *et al* (31) es más importante para fines de predicción del consumo y de interpretación de los mecanismos reguladores del mismo. Cabe anotar que la digestibilidad potencial es un estimado de la porción del forraje capaz de ser digerida por los microorganismos del rumen, independientemente del tiempo de permanencia en el mismo (27)

Si bien se probaron también regresiones múltiples entre las diversas fracciones químicas y las tasas de digestión, en el Cuadro 7 sólo se muestran algunas de las regresiones probadas considerando la tasa de inhibición de la digestión como variable dependiente. La inclusión de varias fracciones químicas al mismo tiempo en las ecuaciones de regresión mejoró el valor de las predicciones (R^2), por lo que se entiende que son varias las fracciones que actúan al mismo tiempo inhibiendo o acelerando la digestión del forraje. Conviene resaltar que considerando la hemicelulosa, celulosa, lignina, sílice y proteína simultáneamente en una ecuación general para los seis pastos, si bien la regresión resultó significativa ($P < 0,01$), el valor de R^2 fue de sólo 0,25. Esto implica que el 75% de la variación

Cuadro 6—Valores de r^2 de la predicción de la digestibilidad potencial *in vitro* (1/a) en función de diferentes fracciones químicas.

Pasto	FDN	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	Sílice	Proteína
Gamalote	0,001 LN, LG	0,103 C	0,075 C	0,055 C	0,133 C	0,146 C	0,251 C
Alemán	0,509 C**	0,754 LN**	0,399 C*	0,939 C**	0,837 C**	0,423 G*	0,834 C**
Guinea	0,071 LN, G	0,011 C	0,090 C	0,305 C	0,032 C	0,046 C	0,326 C
Pará	0,001 LN, LG, G	0,542 C**	0,194 C	0,370 C*	0,212 C	0,367 C*	0,709 C**
Elefante	0,760 G**	0,795 C**	0,775 C**	0,335 C*	0,424 C*	0,584 C**	0,864 LG, G, C**
Pangola	0,011 LN, LG	0,314 C	0,332 C*	0,184 C	0,180 C	0,352 C*	0,439 C*
Todos	0,067 C*	0,121 C**	0,020 C	0,096 C**	0,300 C**	0,056 C*	0,008 C

C = Modelo Cuadrático

LN = Modelo Lineal

G = Modelo Geométrico

* $P < 0,05$

LG = Modelo Logarítmico

** $P < 0,01$

Cuadro 7—Valores de R^2 de la predicción de la tasa de inhibición de la digestión (ac) en función de varias fracciones químicas, usando modelos de regresión múltiple.

Pasto	H + C + L	H + C + L + Si	H + C + L + Si + P
Gamalote	0,188	0,555	0,714
Alemán	0,138	0,153	0,284
Guinea	0,579	0,579	0,919**
Pará	0,357	0,547	0,619
Elefante	0,652*	0,784*	0,791*
Pangola	0,623	0,623	0,827*
Todos	0,062	0,094	0,253**

C = Celulosa Si = Sílice
 L = Lignina * $P < 0,05$
 H = Hemicelulosa ** $P < 0,01$
 P = Proteína

en la tasa de digestión fue producto de factores no considerados. Estos factores podrían ser fracciones, estructuras o enlaces químicos no identificados en el sistema de análisis empleado.

Valores bajos de correlación entre las fracciones químicas y parámetros de la digestión han sido encontrados también por Johnson y Pezo (15) con 213 muestras de gramíneas. Estos autores encontraron que la confiabilidad de la predicción de la digestibilidad en base a fracciones químicas era menor en gramíneas tropicales que en las subtropicales y de zona templada. Además, es importante enfatizar que para encontrar mejores valores de correlación, habría sido necesario incrementar la amplitud de las diferencias entre las muestras estudiadas.

Resumen

En el presente trabajo se estudiaron las velocidades de digestión en seis gramíneas tropicales: pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.), guinea (*Panicum maximum*, Jacq.), elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumacher.), pará (*Brachiaria mutica*, (Forsk.) Stapf), alemán (*Echinochloa polystachia*, (H.B.K.) Hitchc) y gamalote (*Paspalum fasciculatum*, Willd.), cosechadas a 4, 8 y 12 semanas. Para este fin se determinó la digestibilidad de materia seca a 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas, usando la fase celulolítica de la técnica de digestión *in vitro* de Tilley y Terry. Así mismo, se determinaron las diferentes fracciones fibrosas usando

el método de análisis de forrajes propuesto por Van Soest y la proteína por el método micro-Kjeldahl. La digestibilidad en función del tiempo quedó definida como $Y = 1/(a + b \exp -cX)$, donde: $1/a =$ digestibilidad potencial, $1/(a+b) =$ digestibilidad inicial, $c =$ tasa de aceleración de la digestión, $X =$ tiempo. Al derivar esta función respecto al tiempo quedó definido "ac" como la tasa de inhibición de la digestión. El ajuste conseguido con esta función fue bastante alto ($R^2 = 0,920$ a $0,998$).

Las tasas de aceleración e inhibición de la digestión mostraron diferencias ($P < 0,01$) debido a la edad del pasto, no así debidas a especies de pastos. La digestibilidad potencial varió entre 40,2 y 63,2% para guinea y elefante de 12 semanas, respectivamente; se encontraron diferencias ($P < 0,01$) debidas a pastos y edades/pastos. Las predicciones de las tasas de aceleración e inhibición de la digestión y de la digestibilidad potencial, hechas en base a fracciones químicas no se pueden considerar confiables en ecuaciones generales, ya que en el mejor de los casos, cuando se consideraron simultáneamente la hemicelulosa, celulosa, lignina, sílice y proteína como variables independientes, se alcanzó un valor productivo bastante bajo ($R^2 = 0,253$).

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir: 1) En gramíneas tropicales parece ser el estado de madurez más importante que la especie, como determinante del valor nutritivo. 2) Cuarenta y ocho horas de incubación es un tiempo adecuado para la digestión celulolítica *in vitro* en gramíneas tropicales. 3) Los métodos químicos disponibles para el análisis de forrajes no son suficientemente adecuados para la predicción del valor nutritivo de pastos tropicales.

Literatura citada

1. ALLINSON, D. W. y OSBOURN, D. F. The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. *Journal of Agricultural Science* 74(1):23-36. 1970.
2. ARROYO-AGUILU, J. A. Estimation of digestibility from *in vitro* rumen fermentation data in some forages of Puerto Rico. *Journal of the University of Puerto Rico* 51(2):133-139. 1967.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11th ed. Washington, D. C., 1970. 1015 p.
4. BAILEY, R. W. y JONES, D. J. H. Pasture quality and ruminant nutrition. III. Hydrolysis of ryegrass structural carbohydrates in relation to rumen digestion. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 14(4): 847-857. 1971.
5. BALCH, C. C. y CAMPLING, R. C. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews* 23(3): 669-686. 1962.

6. BLAXIER, K. L., WAINMAN, F. W. y WILSON, R. S. The regulation of food intake by sheep. *Animal Production* 3(1): 51-61. 1961.
7. BOHMAN, V. R. y LESPERANCE, A. I. Methodology research for range forage evaluation. *Journal of Animal Science* 26(4): 820-826. 1967.
8. CIZEK, J. The rate of dry matter disappearance in some grasses and legumes. *In International Grassland Congress, 11th, Queensland, Australia, 1970. Proceedings Queensland, University of Queensland, 1970.* pp 701-703.
9. CONRAD, H. R., PRATT, A. D. y HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal of Dairy Science* 47(1): 54-62. 1964.
10. DEMARQUILLY, C. y CHENOST, M. Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par la méthode des sachets de nylon; liaisons avec le valeur alimentaire. *Annales de Zootechnie* 18(4): 419-436. 1969.
11. GAILLARD, B. D. E. Comparison of the hemicelluloses from plants belonging to two different plant families. *Phytochemistry* 4(4): 631-634. 1965.
12. GILL, S. S., CONRAD, H. R. y HIBBS, J. W. Relative rate of *in vitro* cellulose disappearance as a possible estimator of digestible dry matter intake. *Journal of Dairy Science* 52(10): 1687-1690. 1969.
13. GOERING, H. K. y SOEST, P. J. van. Análisis de fibra de forrajes. Trad. del inglés por D. Pezo. La Molina, Universidad Nacional Agraria-Programa de Forrajes y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Boletín N° 10. 1972. 41 p.
14. JOHNSON, W. L., GUERRERO, J. y PEZO, D. Cell-wall constituents and *in vitro* digestibility of napier grass (*Pennisetum purpureum*). *Journal of Animal Science* 37(5): 1255-1261. 1973.
15. ——— y PEZO, D. Cell-wall fractions and *in vitro* digestibility of Peruvian feedstuffs. *Journal of Animal Science* 41(1): 185-197. 1975.
16. JONES, I. H. P. y HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. *Advances in Agronomy* 19: 107-149. 1967.
17. MILFORD, R. y MINSON, D. J. The feeding value of tropical pastures. *In DAVIES, W. and SKIDMORE, G. L., eds Tropical pastures. London, Faber & Faber, 1966.* 215 p.
18. MONSON, W. G., POWELL, J. B. y BURTON, G. W. Digestion of fresh forage in rumen fluid. *Agronomy Journal* 64(2): 231-233. 1972.
19. MOY, G. O. Forage evaluation techniques in perspective. *In National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, Nebraska, 1969. Proceedings, Nebraska Nebraska Center for Continuing Education, 1970.* pp 11-10.
20. NEATHERY, M. W. Dry matter disappearance of roughages in nylon bag suspended in the rumen. *Journal of Dairy Science* 52(1):74-78. 1969.
21. RAYMOND, W. F. The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy* 21:1-108. 1969.
22. SMITH, L. W., GOERING, H. K., WALDO, D. R. y GORDON, C. H. *In vitro* digestion rate of forage cell wall components. *Journal of Dairy Science* 54(1): 71-76. 1971.
23. ———, GOERING, H. K. y GORDON, C. H. Relationship of forage compositions with rates of cell-wall digestion and indigestibility of cell-walls. *Journal of Dairy Science* 55(8): 1140-1147. 1972.
24. SOEST, P. J. van. 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.
25. ———. The chemical basis for the nutritive evaluation of forages. *In National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, Nebraska, 1969. Proceedings, Nebraska Nebraska Center for Continuing Education, 1970.* pp 11-19.
26. ———. The uniformity and nutritive availability of cellulose. *Federation Proceedings* 32(7): 1804-1808. 1973.
27. THORTON, R. F. y MINSON, D. J. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in the rumen. *Australian Journal of Agricultural Research* 23(5):871-877. 1972.
28. TILLEY, 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):104-111. 1963.
29. ——— y TERRY, R. A. The relationship between the soluble constituents of herbage and their dry-matter digestibility. *Journal of the British Grassland Society* 24(4):290-295. 1969.
30. TURRIZA, I. Consumo por el ganado, digestibilidad y composición química de seis gramíneas tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 35 p.
31. WALDO, D. R., SMITH, L. W. y COX, E. I. Model of cellulose disappearance from the rumen. *Journal of Dairy Science* 55(1):125-129. 1972.

NOTAS Y COMENTARIOS

Publicaciones

Retos. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Venezuela está publicando una revista científica juvenil, *Retos*, dedicada a fomentar entre los estudiantes de educación media el interés por la ciencia y la tecnología, sirviendo de órgano informativo sobre actividades científicas a nivel estudiantil, así como de medio de difusión de investigaciones de científicos venezolanos y de temas rela-

cionados con la enseñanza de la ciencia. Los artículos son variados, tiene noticias y comentarios, buena y lujosa presentación. Al parecer, los artistas tienen carta blanca en el tratamiento de los temas; algunas ilustraciones enfatizan interpretaciones ideológicas del artista más que las ideas del autor del texto. Así, en un artículo sobre el reto de la computación, la figura de la portada, y su leyenda, parecen destinadas a inculcar en las mentes juveniles una especie de "luddismo" en contra de las computadoras.

El paso acelerado de la evolución floral

En los últimos años, Allan Wilson y sus colegas, en Berkeley, California, han estado realizando un ataque de dos pinzas a algunos problemas pendientes sobre el origen de las especies. Por un lado, han presentado evidencia de que la especiación procede más bien reorganizando cromosomas totales que cambiando genes individuales. Por otra parte, han sugerido la manera como las diferentes tasas de especiación en diferentes grupos pueden reflejar sus estructuras fitosociológicas. En 1974 y 1975 presentaron sus resultados para mamíferos y otros animales (Cf. *Turrialba* vol. 25: 109 y 357). Ahora producen un análisis similar para las plantas. El socio de Wilson en este proyecto es D. A. Levin de Austin, Texas (*Proceedings of the National Academy of Sciences* vol. 77, p. 2086).

Levin y Wilson compararon los números de cromosomas de unas 9000 especies en 237 géneros, y calcularon la frecuencia con que el número había cambiado durante la historia de cada género. Las fanerógamas herbáceas son las que más han sufrido cambios, a pesar de que son las más recientes en la escena vegetal. El número de cambios decrece conforme se estudian grupos más viejos: arbustos con flores, árboles, coníferas y cicadas. Las cicadas, así como también las palmeras, han estado en la Tierra unos 185 millones de años y sus cromosomas no han cambiado.

Al igual que en los animales, los cambios cromosómicos van exactamente a la par con la formación de nuevas especies. La tasa media del cambio cromosómico en un grupo es proporcional a la tasa media de especiación; y ambas tasas son más altas al comienzo de la historia del grupo. Así, el reordenamiento de los cromosomas puede ser la manera como se forman las nuevas especies.

¿Pero por qué las hierbas han evolucionado mucho más rápido que otros grupos? Según Levin y Wilson, toda la manera de vivir herbácea favorece una evolución rápida. Por ejemplo, la longitud de una generación es varias veces más corta que la de los árboles. Además, tienen mayor oportunidad de producir variantes, ya que tienden a vivir en habitats de cambios frecuentes, dentro de poblaciones que son pequeñas y endogámicas. Esta variación debe ser aún mayor en vista de la variedad de habitats en que sus semillas pueden caer. Los arbustos y árboles, en contraste, viven en bosques estables de su propia creación, y pueden permitirse la rutina genéticamente estabilizadora de la exogamia, en poblaciones efectivas grandes.

Así, la sugerencia es que las fanerógamas, al igual que los mamíferos, deben su progreso a sus poblaciones reproductoras pequeñas y rápidamente cambiantes.

Evolución molecular en el laboratorio

Bacterias embotelladas en una sofisticada pieza de equipo de laboratorio han revelado algunas facetas fascinantes de lo que pasa en la rica vida microbiana del suelo cuando éste es empapado con productos herbicidas. La fertilidad del suelo, como se sabe, depende principalmente del trabajo de miles de microbios que descomponen la materia orgánica y la transforman en alimento para las plantas. Pequeñas comunidades de diferentes especies microbianas forman cadenas cooperativas, y cada una descompone los productos metabólicos de la anterior. E. Senior, con sus colegas A. J. Bull y J. H. Slater han aislado una de estas comunidades en un quimiostato, con el fin de encontrar la manera como se adapta al ampliamente usado herbicida degradable Dalapon (*Nature* vol. 263, p. 476).

La comunidad, que tiene siete especies miembros, fue aislada originalmente de un suelo tratado con Dalapon, del que fue trasladada al quimiostato para permanecer allí por

varios miles de horas. El quimiostato es una botella que suministra un ambiente químicamente controlado para el crecimiento microbiano, desarrollada para el estudio de la evolución de enzimas: dentro de su confines las bacterias pueden ser forzadas a crecer en condiciones en las que la presión selectiva favorecerá fuertemente las mutaciones en los genes que codifican ciertas enzimas metabólicas; por ejemplo, que la única fuente de algún compuesto esencial sea una sustancia que es descompuesta sólo muy deficientemente por las enzimas existentes en la célula.

Los microbios atrapados por Senior y sus colaboradores habían sufrido antes de su recolección una evolución adaptativa para enfrentarse al Dalapon; y como resultado después, tres miembros de la comunidad (dos bacterias y un hongo) eran lo que se conoce como "utilizadores primarios" del compuesto, esto es, eran capaces de crecer con el Dalapon como su única fuente de carbón y energía. Las otras cuatro (tres especies bacterianas y una levadura rosada gemípara) eran comensales, que vivían de los productos de descomposición del metabolismo del Dalapon de los tres utilizadores primarios, suplementados con los detritus de células muertas de todas las siete especies microbianas. Tal era la composición de la comunidad cuando se puso por primera vez en el quimiostato, para que viviera en armonía con una dieta de Dalapon.

Lo primero que notaron Senior y sus colaboradores fue la repentina desaparición de la levadura, que evidentemente no estaba bien ligada al resto de la comunidad. Después de esto, sin embargo, el pequeño grupo de microbios fue conspicuamente estable, y las proporciones de cada especie permanecieron constantes por meses.

Pero a pesar de esta estabilidad, resultó que en el transcurso de los meses, la comunidad en el quimiostato había estado evolucionando quietamente: después de 2000 horas de cultivo continuo, Senior encontró un cuarto utilizador primario de Dalapon. El microbio en cuestión fue identificado como *Pseudomonas putida* un microorganismo idéntico en todo a los utilizadores secundarios originales salvo uno: tenía una enzima deshalogenasa que le permitía aprovechar el Dalapon.

La evolución enzimática bacteriana en quimiostatos ha sido estudiada extensivamente antes, pero esta es la primera vez que alguien ha logrado demostrar la evolución de enzimas en una cadena cooperativa de microbios tal como aparece normalmente en la naturaleza, lo que muestra la manera como tiene lugar la evolución molecular en un ecosistema minúsculo.

Publicaciones

Journal of Power Sources. Esta revista trimestral intenta juntar los trabajos de muchas disciplinas científicas relacionadas con las fuentes de energía eléctrica, no mecánica, un campo en cuya frontera están trabajando numerosos científicos, motivados por los altos precios del petróleo.

Dará cuenta de contribuciones originales, avances científicos, nuevos materiales y técnicas. El primer número, de fecha julio de 1976, tiene artículos sobre materiales para baterías de plomo y ácido, para células de altas temperaturas y para baterías de estado sólido; una batería de metal-aire; batería de electrolitos sólidos, posiblemente la fuente de energía portátil del futuro.

Para números futuros se anuncia trabajos sobre lo que pueden ser las baterías del futuro: baterías de sodio-azufre y metal-halógenos.

Publicada por Elsevier Sequoia, P.O. Box 851; 1001 Lausanne; Suiza, el editor es D. H. Collins, de Inglaterra. La suscripción es de 140 francos suizos al año (aproximadamente US\$ 54).

Estudos de quimiotaxonomia em cultivares de *Coffea arabica* L.*

CATALINA ROMERO LOPES, LOURIVAL CARMO MONACO**

ABSTRACT

Flavonoids were analysed in fourteen cultivars of *C. arabica* in order to establish additional information for their characterization. The flavonoid types were used to study the genetic relationship among the most important cultivars of this economically valuable species.

Forty seven different flavonoids were identified but only thirteen occurred in all cultivars studied. The comparative data lends support to previous information that Mokka and Caturva Vermelha were major gene mutations which occurred in Bourbon Vermelha. The cultivated varieties on the other hand revealed characteristics which indicate their hybrid origin. Selections from India were shown to be closely related to the *Arabica* cultivar despite of the fact of being obtained from advanced populations of a cross between *C. arabica* and *C. liberica*. Four flavonoids were shown to occur exclusively in cultivars selected in indigeneous coffee population of Ethiopia.

The flavonoids studies reported in the present paper provided additional data about some of coffee cultivars whose origin was unknown. — The authors.

Introdução

COMPOSTOS fenólicos têm sido usados em estudos taxonômicos em *Babia* (6), em *Cattleia* e *Laelia* (24), em *Baptisia* (2 e 3), em *Aquilegia* (23), em *Viola* (21), na tribo *Genistae* (12), na família *Umbelliferae* (5), etc. Outros compostos como alcaloides (13) e isozimas (9) também têm sido usados.

Embora os princípios de bioquímica sistemática tenham sido elaborados por De Candolle no século passado, o uso de característicos químicos ou bioquímicos como auxiliares em estudos taxonômicos e filogenéticos em espécies vegetais, recentemente passou a ser explorado com mais intensidade. Seu aproveitamento tem sido feito visando estabelecer critérios adicionais na análise de grupos taxonomicamente mal definidos, no melhor conhecimento da filogenia de grupos geneticamente importantes, em estudos de herança de híbridos interespecíficos e no aprimoramento do conhecimento das relações entre populações de um mesmo taxon.

As relações entre algumas espécies do gênero *Coffea* do ponto de vista da quimiotaxonomia foram estudadas em detalhe por Lopes e Monaco (17). Dez espécies analisadas quanto à presença de flavonóides revelaram a ocorrência de 75 tipos diferentes desses componentes químicos. As diferenças encontradas entre as espécies permitiram uma avaliação sobre os resultados já obtidos nos estudos morfológicos e genéticos. Foram identificados flavonóides que produzem manchas de cor amarela e castanha específicos para *C. arabica*, *C. eugenoides* e *C. salvatrix*. Somente cinco tipos de flavonóides ocorreram nas dez espécies estudadas. Duas variedades de *C. arabica*: *arabica* e *abissinica* mostraram diferenças quanto a doze flavonóides.

Devido a essas diferenças a afinidade da espécie *C. arabica* com as demais estudadas variava, dependendo da variedade considerada. A variedade *abissinica* mostrou maior afinidade a *C. eugenoides* revelando provavelmente ter origem anterior à variedade *arabica* (17).

O potencial representado pelo uso de características químicas na diferenciação dos cultivares apresenta grande interesse para a espécie *C. arabica*. Tratando-se de espécie introduzida no continente americano poucas são as variedades em cultivo em larga escala. A própria

* Recebido para publicação em dezembro, 1976.

** Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13 100 Campinas, São Paulo, Brasil.

origem desse material é pouco conhecida, pois representa introduções secundárias ou foram introduzidas por acaso, como o 'Bourbon Vermelho'.

Também cultivares recebidos do continente africano são pouco conhecidos do ponto de vista genético o de suas relações. O interesse pelo estabelecimento das relações entre esses germoplasmas é grande, pois seu estudo poderia esclarecer aspectos sobre a própria origem de *C. arabica*. Embora a Etiópia tenha sido considerada centro de origem da espécie, Monaco (18) considera o país africano como o provável centro de diversificação da espécie.

Oos resultados da análise de flavonóides em frutos de cultivares de *C. arabica*, sua implicação no conhecimento dos germoplasmas e seu inter-relacionamento são apresentados neste trabalho

Material e Método

As análises de flavonóides foram realizadas em polpas de frutos maduros de alguns cultivares de *Coffea arabica*, seção *Eucocoffea*, subseção *Erythrococoffea*. Os cultivares e as respectivas procedências do material estudado são as seguintes:

'Arabica' — correspondente a primeira variedade introduzida no Brasil e a mais cultivada na América Latina

'Abissinica' — correspondente à introdução 1161, Tafari-Kela, recebida da Etiópia através do USDA

'Laurina' — proveniente da Turquia com o nome de café Esmirna

'Mokka' — da antiga coleção do Instituto Agrônomo com o nome de Mirteles (Arábia).

'Geisha' — introduzida a partir da Tanzania. Originária da Etiópia.

'Ciociccie' — proveniente da Etiópia.

'K7' — sementes provenientes de Ruiru, Quênia.

'X 321' — sementes provenientes da Lyamungu, Moshí, Tanzania.

'Ba 10' — sementes enviadas de Balehonnur, Mysore State, Índia.

'Bourbon Amarelo' — parece ter-se originado como produto de segregação do cruzamento natural entre o 'Bourbon Vermelho' e o 'Amarelo de Botucatu'.

'Bourbon Vermelho' — proveniente da ilha de Reunião.

'Caturra Vermelho' — mutação simples do 'Bourbon Vermelho'.

'Caturra Amarelo' — há duas suposições sobre sua origem: pode ser uma mutação do 'Caturra Vermelho' ou um produto de recombinação do híbrido natural entre 'Bourbon Amarelo' e 'Caturra Vermelho'.

'Mundo Novo' — produto de recombinação do híbrido natural entre o 'Bourbon' e o 'Sumatra'.

A extração dos pigmentos flavonóides a partir de polpas de frutos maduros desidratadas por liofilização, foi efetuada em aparelhos tipo Soxhlet, empregando-se uma série eluotrópica de três solventes, iniciando-se com um não polar, éter de petróleo (30-65°C) para eliminação de lipídios, seguindo-se o clorofórmico e finalmente um polar, o metanol 80 por cento, sendo o tempo de extração para cada solvente de cerca de 24 horas

A separação dos componentes dos extratos metanólicos foi feita através da cromatografia bidimensional ascendente em papel Whatman Nº 1 (1, 10, 11 e 20). O sistema de solventes empregado foi para a primeira direção n-butanol: ácido acético: água nas proporções de 4:1:5, volume por volume (fase superior) e para a segunda, ácido acético a 2% (8, 11)

Para detecção das manchas os cromatogramas foram observados sob luz ultravioleta curta e longa após exposição a vapores de amônia. Uma vez individualizadas as manchas foram numeradas, tendo-se o cuidado de que manchas iguais de amostras diferentes recebessem o mesmo número. A numeração foi iniciada com as manchas mais frequentes. Para cada composto foram calculados os valores de Rf em relação aos dois sistemas de solventes

As relações de afinidade entre os diferentes cultivares foram avaliadas utilizando-se o método do índice de afinidade pareada (P.A.) apresentado por Ellison, Alston e Turner (6). Segundo esse método, determinou-se a afinidade entre dois cultivares (A e B), com base em resultados das análises cromatográficas, através da seguinte fórmula:

$$P.A. = \frac{\text{manchas comuns aos cultivares A + B}}{\text{total de manchas em A + B}} \cdot 100$$

Resultados

Os resultados das análises cromatográficas dos extratos de polpas de frutos maduros dos catorze cultivares de *Coffea arabica* estudados, estão dispostos no Quadro 1. Os valores de P.A. calculados para cada par desses cultivares a partir dos dados que estão reunidos no Quadro 1, são apresentados no Quadro 2 e a Figura 1, mostra os gráficos poligonais de cada um desses cultivares

Quarenta e sete tipos de flavonóides foram identificados e diferenciados tanto pela coloração, como pelo

Quadro 1 —Relação das manchas encontradas nas análises cromatográficas dos extratos de polpas de frutos maduros de cultivares de *C. arabica*.

Mancha				Cultivares													
Número	Cor ⁽¹⁾	Rf		Arábica	Mundo Novo	B. vermelho	B. amarelo	Cat. vermelho	Cat. amarelo	Laura	Mokka	Abissínic	Geisha	Coteque	X 321	K 7	BA 10
		B A W ⁽²⁾	HO-AC ⁽³⁾														
1	Azul esv.	80	9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Azul	78	59	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Azul esv.	78	22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Lilás	78	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Azul esv. esc.	76	76	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Azul esv. esc.	68	75	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Azul esv. esc.	64	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Amar. dourad	55	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Azul esv.	53	76	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	Azul esv. fl.	53	61	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Amar. cast	51	31	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	Amar. pálida	19	68	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Amar. azulada	17	14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	Cast dourada	64	12	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	Amarela	33	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
16	Cinza	10	81	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
17	Roxa	83	83	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+
18	Roxa	40	64	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+
19	Amar. pálida	15	55	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
20	Azul-roxa	84	70	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	+	—
21	Lilás	66	0	+	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	—
22	Amarela	56	4	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	—	+	—
23	Cinza	9	87	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+
24	Amarela	7	0	—	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+
25	Roxa	41	77	—	+	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	—
26	Cinza	92	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
27	Amarela	22	67	—	—	—	+	+	—	+	—	+	+	+	+	—	+
28	Azul-roxa	82	28	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+
29	Amar. cast	54	35	+	+	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—	+
30	Amar. dourada	33	7	+	—	+	—	+	—	—	+	+	+	+	—	—	—
31	Lilás	27	0	+	—	—	+	—	—	+	+	—	+	+	—	—	+
32	Amarela	17	51	—	—	—	+	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—
33	Amarela	23	46	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—
34	Cinza	17	87	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
35	Azul	76	5	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
36	Azul int fl	92	33	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
37	Amarela	29	58	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
38	Amar. dourada	38	0	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
39	Amar. dourada	48	0	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
40	Cinza	23	88	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
41	Azulada	64	29	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
42	Amarela	13	25	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
43	Azul	25	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
44	Roxa	25	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
45	Amar. dourada	12	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
46	Azul esv.	75	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
47	Amarela	75	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—

(1) Cor em U. V. após exposição a vapores de amônia; amar = amarela; averm = avermelhada; cast = castanha; esc = escura; esv = esverdeada; fl. = fluorescente; int. = intensa.
 (2) n-Butanol: ácido acético: água (4:1:5).
 (3) Solução aquosa de ácido acético a 2%.

Quadro 2 —Valores de P.A para cultivares de *C. arabica*.

Cultivares	P. A.													
Arabica	100													
Mundo Novo	84	100												
Bourbon Vermelho	82	77	100											
Bourbon Amarelo	85	84	75	100										
Caturra Vermelho	78	77	75	78	100									
Caturra Amarelo	80	93	84	84	73	100								
Mokka	84	90	84	84	81	86	100							
Laurina	82	84	71	96	78	80	84	100						
X 321	73	83	76	84	80	79	83	84	100					
BA 10	83	79	80	80	80	78	79	80	82	100				
K 7	78	84	78	82	78	84	84	82	88	74	100			
Cioiccie	72	74	71	78	71	70	81	78	84	72	78	100		
Geisha	82	85	79	89	82	81	91	89	88	80	86	86	100	
Abissinica	80	76	66	80	80	69	73	84	75	75	77	70	78	100

respectivo Rf. Desses 47 tipos apenas 13 foram encontrados em todos os cultivares analisados. Os cultivares 'Arabica', 'Mundo Novo', 'Bourbon Amarelo', 'Mokka', 'Geisha' e 'K 7' apresentaram 23 tipos comuns. Os quatro primeiros cultivares foram desenvolvidos ou introduzidos há muito no Brasil, enquanto os outros dois são oriundos da Etiópia e Quênia respectivamente.

Quatro dos tipos encontrados são exclusivos dos cultivares da Etiópia e que devem representar compostos mantidos nas populações originais. Por outro lado, cinco dos flavonóides são específicos dos cultivares existentes no Brasil.

Flavonóides consistindo de compostos de cor amarela e castanha ocorrem em elevada frequência, sendo essa variável dependendo dos cultivares analisados. Alguns desses flavonóides são importantes nos estudos filogenéticos, pois são característicos de poucas espécies, incluindo *C. arabica*.

Os valores de P.A. obtidos, referentes aos cultivares de *C. arabica*, apresentam uma grande variação, de 66 até 96 por cento o que confirma a grande variabilidade descrita na espécie. Tais valores permitem verificar a individualidade de cada cultivar e a correção de sua identidade botânica (não havendo entre eles nenhum caso com 100 por cento de afinidade).

Discussão

As comparações feitas, tomadas de forma relativa, permitem que se tirem conclusões sobre os cultivares estudados. É evidente que uma ligação entre a evolução

ou seleção de cada cultivar somente poderá ser completada com a identificação dos componentes, bem como a sequência que se seguiu na sua formação.

Alguns dos cultivares, embora bem caracterizados não têm origem definitivamente estabelecida. O 'Bourbon Vermelho', por exemplo, apresenta, em geral, baixa afinidade com os demais cultivares, especialmente com os semi-silvestres. Esse fato parece indicar que, pelo menos bioquimicamente, tal cultivar provavelmente oriundo da ilha de Reunião, evoluiu de forma divergente dos demais. A alta afinidade entre 'Mokka' e 'Bourbon Vermelho' parece apoiar a hipótese de que 'Bourbon Vermelho' teria se originado do 'Mokka' (16). O 'Caturra Vermelho' que parece ter-se originado por mutação simples do 'Bourbon Vermelho', apresenta baixa afinidade com todos os demais cultivares e apenas razoável afinidade com o 'Bourbon Vermelho'. Este fato indica que, apesar de o 'Caturra Vermelho' ser também portador dos alelos // como 'Bourbon Vermelho', tem também uma constituição diferente ou que, talvez o próprio alelo *C1* (Caturra) possa ser responsável pelas diferenças notadas.

A boa afinidade dos cultivares 'Mundo Novo', 'Bourbon Amarelo' e 'Caturra Amarelo', entre si e com todos os demais, parece indicar que têm origem diferente do 'Bourbon Vermelho' e do 'Caturra Vermelho'. Realmente, o 'Bourbon Amarelo' e o 'Mundo Novo' são produtos de recombinação, no primeiro caso, do híbrido natural entre 'Bourbon Vermelho' e 'Amarelo de Botucatu', e no segundo do 'Bourbon Vermelho' e 'Sumatra'. Quanto ao 'Caturra Amarelo', embora

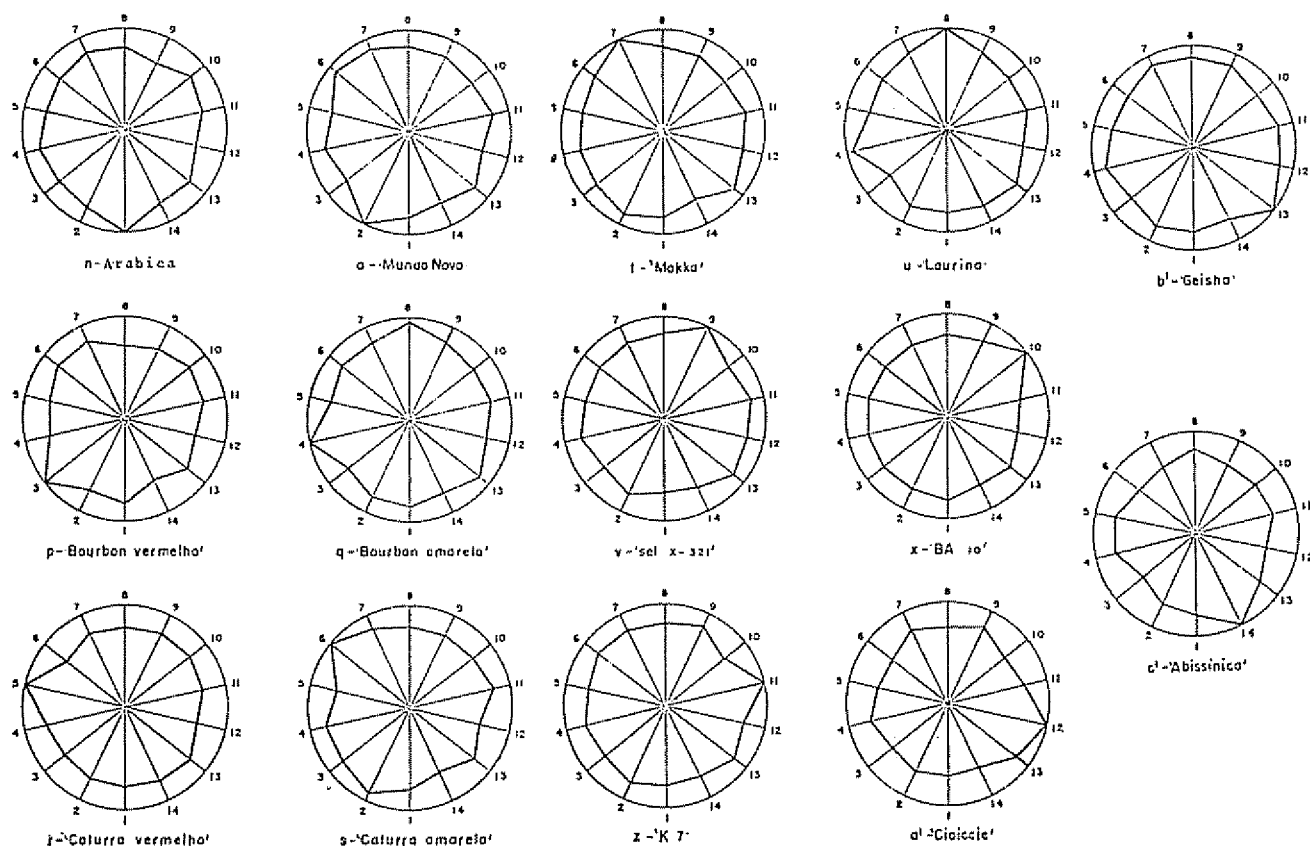


Fig. 1.—Gráficos poligonais preparados com análise de flavonóides de cultivares de *Coffea arabica*

tenha sido considerado originário do 'Caturra Vermelho', através de mutação do alelo *Xc* para *xc*, os resultados das análises bioquímicas sugerem que parece mais provável ser ele também um produto de recombinação, nesse caso, entre o 'Caturra Vermelho' e o 'Bourbon Amarelo' ou o 'Amarelo de Botucatu'. Dessa forma, ambos cultivares de frutos amarelos teriam tido em sua origem, a participação do 'Amarelo de Botucatu'.

A grande afinidade entre o 'Laurina' e o 'Mokka' confirma os dados da análise genética que indicam terem tais cultivares os alelos *lr* em comum, de ocorrência rara em condições naturais. A diferença principal entre os dois cultivares seria, que, enquanto o 'Laurina' apresenta o alelo *mo* na condição dominante (*lr lr Mo Mo*) o 'Mokka' os apresenta na condição recessiva (*lr lr mo mo*).

Os cultivares com prefixo BA, como 'BA 1' até 'BA 36', foram seleccionados na Estação Experimental de Balehonnur, India, e são considerados provenientes de gerações avançadas de hibridações interespecíficas entre *Coffea arabica* e *Coffea liberica* (19).

A afinidade com os cultivares estudados é elevada, superior mesmo àquela obtida entre a variedade *arabica* e *C. liberica* (14). É bastante provável que devido à eliminação cromossômica durante o processo, tenha ocorrido uma seleção preferencial para cromossomos da espécie *C. arabica*. A seleção em direção do fenótipo de *C. arabica* deve ter intensificado a eliminação dos cromossomos de *C. liberica*.

O 'X321' da Tanzânia, e o 'K7' de Quênia, apresentam excelente afinidade, indicando provável origem comum. Todavia, o 'K7' parece ter sido seleccionado do cultivar 'French Mission' (15) e o 'X 321', foi seleccionado do antigo cultivar 'Kents', em uma plantação localizada em Uru, distrito de Quilimanjaro, Tanzania (7). Entretanto, essa origem vem sendo questionada de diferente ponto de vista. Sendo o 'K7' portador do gene *SH₂* para resistência a *Hemileia vastatrix* é difícil imaginar que tenha se originado do 'French Mission', onde apenas a fator *SH₂* é encontrado, principalmente levando-se em conta a baixa ocorrência de mutações nos fatores que condicionam resistência. Por esse motivo, é provável que o 'K7' seja originário da seleção do 'Kents' ou, pelo menos, do cruzamento

entre esse cultivar e o 'French Mission'. Os dados bioquímicos confirmam a participação do 'Kents' na sua formação.

Comparações feitas entre os vários cultivares e as introduções semi-silvestres da Etiópia, revelam diferenças interessantes. O 'Geisha' apresenta as mais altas relações com todos os demais, enquanto o 'Abissinica' e o 'Cioiccie' têm as mais baixas afinidades com todos. Esse fato poderia sugerir que os demais cultivares ter-se iam originado de tipos mais semelhantes ao 'Geisha' o qual estaria colocado no meio da escala de diferenciação. Como porém, as análises foram feitas em frutos das poucas plantas existentes na coleção de Campinas, torna-se difícil qualquer generalização. Haveria necessidade de análise mais extensa das populações nativas nas regiões da Etiópia. Além disso, verifica-se que em relação ao tipo 'Geisha', as informações são particularmente escassas.

Segundo Sylvain (22), os cafés 'Ennarea', 'Jimma' ou 'Kaffa', 'Agaro', 'Cioiccie', 'Iragalem', 'Dilla', 'Tafari Kela', 'Arba Cougou', 'Harar', 'Zeghie', 'Loulo', 'Wolkite' e 'Wollamo' são os principais tipos encontrados na Etiópia. Os cultivares semi-silvestres analisados são dos tipos 'Tafari Kela' e 'Cioiccie' ao qual pertence o 'Abissinica' e 'Geisha'.

Esforços têm sido dedicados à compreensão da evolução da espécie *arabica* como também para estabelecer o centro de origem da espécie. As primeiras informações indicavam a Etiópia como centro de origem da espécie.

Todavia, o termo "café selvagem" ou "semi-silvestre" é usado indiscriminadamente na Etiópia, acarretando sérias dúvidas, pois é praticamente impossível distinguir velhas plantações de há muito abandonadas, de cafeeiros que crescem espontaneamente (22). As primeiras expedições à Etiópia realizadas pelas Missões Lefebvre, Petit e Quartir Dillon há mais de um século, indicam que o café já era largamente cultivado no distrito de Kaffa. Esse fato, parece indicar que grande parte do café etíope não é selvagem no sentido biológico, mas são velhas plantações ou plantas que escaparam ao cultivo, não eliminando a possibilidade da existência de formações espontâneas. O fato de o café ser encontrado muitas vezes em associações com o crescimento secundário da floresta, pode bem ser devido ao costume existente em alguns lugares, como em Kaffa, de remover parte ou toda a copa das árvores, na suposição de que isso aumenta a produção. Tal prática teria resultado na remoção do crescimento primário, que teria sido substituído pelo crescimento secundário. Essa hipótese foi corroborada pelos estudos sobre a variabilidade genética das populações de café da Etiópia (18).

Um estudo minucioso das florestas originais da Etiópia, possivelmente revelaria a existência de café silvestre, ainda que ocupando área restrita. Os fatos relatados e a falta de dados históricos, impossibilitam

indicar qual dos cultivares hoje chamados semi-silvestres seja realmente silvestre. Os dados existentes permitem afirmar que a Etiópia, em particular a província de Kaffa, parece ser o centro de diversificação de *Coffea arabica*, e que a Arábia foi o primeiro país a cultivar tal espécie.

Os dados bioquímicos quando analisados não possibilitam chegar a qualquer conclusão sobre o cultivar mais primitivo. Todavia, é de ressaltar que o 'Geisha' apresenta maior número de manchas comuns a todos os cultivares, o que poderia indicar que muitas das seleções estudadas se ligam remotamente à região montanhosa do Sul da Etiópia, onde é encontrado esse cultivar.

O aparecimento de maior número de compostos amarelos nos cromatogramas dos cultivares 'Geisha', 'Abissinica' e 'Cioiccie', tidos como semi-silvestres, e a constatação de que parecem pertencer à mesma classe dos compostos amarelos presentes na *C. eugenioides*, podem indicar a existência de relações particulares entre essa espécie e *C. arabica*. Embora os cultivares 'Mokka' e 'Laurina' tenham maiores semelhanças morfológicas com a espécie *C. eugenioides* os valores de P.A. entre esses cultivares e *C. eugenioides* são praticamente iguais aos valores de P.A. entre *arabica* e essa espécie, indicando que não devem ser mais próximas a ela.

Os gráficos poligonais correspondentes aos cultivares estudados (Figura 1) mostram extrema semelhança de forma. Isso seria esperado de cultivares de uma mesma espécie, e serve para provar a validade do método utilizado. As áreas menores dos polígonos do 'Abissinica', 'Cioiccie' e 'Bourbon Vermelho' comprovam as menores afinidades desses cultivares com os demais.

É notável a variação intra específica observada em *C. arabica*, espécie autofértil, com valores de P.A. de 66 a 96 por cento. Infelizmente não se pode afirmar que variabilidade dessa natureza não possa ser também encontrada nas demais espécies de *Coffea*. Os dados obtidos como já se disse, referem-se a apenas alguns cultivares dessas espécies existentes na coleção, material considerado insuficiente para maiores generalizações. Como tais cultivares foram colhidos na coleção, é possível que os descendentes reflitam cruzamentos entre eles, influenciando no resultado das análises.

Resumo

As relações genéticas entre alguns dos principais cultivares de café *Arabica* existentes, foram estudados do ponto de vista bioquímico. Flavonóides foram determinados nos cultivares 'Arabica', 'Mundo Novo', 'Bourbon Amarelo', 'Bourbon Vermelho', 'Caturra Vermelho', 'Caturra Amarelo', 'Laurina', 'Mokka', 'Abissinica', 'Geisha', 'Cioiccie', 'K 7', 'X 321' e 'B10'.

Quarenta e sete tipos de flavonóides foram identificados, porém, apenas 13 deles são comuns a todos os cultivares. Os demais flavonóides ocorrem de forma

diferencial, de modo a permitir análise sobre a individualidade de cada cultivar. Quatro dos flavonoides ocorrem exclusivamente em cultivares oriundos de populações semi-silvestres da Etiópia.

A variabilidade detectada entre os cultivares reforça a necessidade de estudo amplo das populações de modo a estabelecer a representatividade do ponto de vista da espécie. Por outro lado os flavonoides poderão ser usados para fins de caracterização dos cultivares e oferecem elemento adicional a ser usado para fins de proteção dos direitos de patente vegetal.

Literatura citada

1. AISTON, R. E. Leucoanthocyanin synthesis in darkgrown seedlings of *Impatiens balsamina*. *American Journal of Botany* 45: 289-294. 1958.
2. ——— e TURNER, B. L. Natural hybridization among four species of *Baptisia* (Leguminosae). *American Journal of Botany* 50: 159-173. 1963.
3. ———. Flavonoid chemistry of *Baptisia*. A current evaluation of chemical methods in the analysis of interspecific hybridization. *Taxon* 14: 268-274. 1965.
4. CHEVALIER, A. Les caféiers du globe III. Systematique des caféiers et faux-caféiers, maladies et insectes nuisibles. Paris, Paul Lechevalier. 1947. 356 p.
5. CROWDEN, R. K., HARBORNE, J. B. HEYWOOD, V. H. Chemosystematics of the *Umbelliferae*. A general survey. *Phytochemistry* 8:1963-1984. 1969.
6. ELLISON, W. I., AISTON, R. E. e TURNER, B. L. Methods of presentation of crude biochemical data for systematic purpose, with particular reference to the genus *Babia* (Compositae). *American Journal of Botany* 49: 599-604. 1962.
7. FERNIE, I. M. Description of the coffee tree, varieties and selection. In J. B. D. Robinson (ed) *A Handbook on Arabica coffee in Tanganyika*. Moshi, Tanganyika Coffee Board. 1964. pp 1-18.
8. GEISSMAN, T. A. Anthocyanins, Chalkones, Aurones, Flavone and related water-soluble plant pigments. In K. Peach & M. V. Tracey (ed.) *Modern methods of plant analysis* Vol 3. Berlin, Springer Verlag. 1955. pp 450-498.
9. GOTLIEB, I. D. Gel electrophoresis; new approach to the study of evolution. *Bioscience* 21 (18): 939-944. 1971.
10. HARBORNE, J. B. The chromatographic identification of anthocyanin pigments. *J. Chromatography* 1: 473-488. 1958.
11. ———. The chromatography of the flavonoid pigments. *J. Chromatography* 2: 581-604. 1959.
12. ———. Chemosystematic of leguminosae flavonoid and iso-flavonoid patterns in the tribe Genistae. *Phytochemistry* 8: 1449-1456. 1969.
13. HEGNAUER, R. Chemical characters in plant taxonomy: some possibilities and limitations. *Pure and Applied Chemistry* 14: 173-187. 1967.
14. HUTCHINSON, A. H. The polygonal presentation of polyphase phenomena. *Transactions of the Royal Society of Canada. Ser. 3, Sec. 5*, 66: 19-26. 1956.
15. JONES, P. A. Notes on the varieties of *Coffea arabica* in Kenya. In Coffee Board of Kenya (ed.) *Selected articles in coffee culture*. Ruiru, Kenya. 1957. pp. 158-166.
16. KRUG, C. A. e MENDES, A. J. T. Conhecimentos gerais sobre a genética e a citologia do género *Coffea*. *Revista de Agricultura (Piracicaba)* 18: 399-408. 1943.
17. LOPES, C. R. e MONACO, I. C. Chemotaxonomic studies of some species of the genus *Coffea* (in press) 1976.
18. MONACO, I. C. Considerations on the genetic variability in *Coffea arabica* in Ethiopia. *FAO Coffee Mission to Ethiopia 1964-1965*. Rome. FAO. 1968. pp. 49-69.
19. NARASIMHASWAMY, R. I. La herrumbre del café (Hemileia) en la India. *Café (Costa Rica)* 3: 41-77. 1961.
20. SEIKEL, M. K. Chromatographic method of separation, isolation and identification of flavonoid compounds. In T. A. Geissman (ed.) *The Chemistry of Flavonoid Compounds*. New York, Macmillan, 1962. pp. 34-69.
21. STEBBINS, G. L. *et al*. Identification of the ancestry of an amphiploid *Viola* with the aid of paper chromatography. *American Journal of Botany* 50 (8): 830-839. 1963.
22. SYLVAIN, P. G. Some observations on *Coffea arabica* L. in Ethiopia. *Turrialba* 5: 37-53. 1955.
23. TAYLOR, R. J. e CAMPBELL, D. Biochemical systematics and phylogenetic interpretation in the genus *Aquilegia*. *Evolution* 23: 153-162. 1969.
24. TOSELLO, G. A. Emprego da cromatografia em estudos filogenéticos nos géneros *Cattleya* e *Laelia* (Orchidaceae, Epidendrinae). Tese de doutoramento. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 1969.

NOTAS Y COMENTARIOS

Cultivando proteína en metano

El metano es una fuente promisor a de carbono para la producción industrial de proteína microbiana. En realidad, estimados recientes indican que el gas natural es la materia prima más económica comparada con metanol, gas de petróleo, y n-alcanos. En una reciente conferencia sobre gas natural, G. Hamer de Shell, no sorprendentemente, abogó fuertemente por la aplicación de esos procesos para alimentar a nuestra propia especie antes que a órdenes zoológicos menores.

La SCP [proteína unicelular, el eufemismo por proteína microbiana] producida por la tecnología propuesta debería ser superior a virtualmente todos los alimentos tradicionales ingeridos hoy día, tanto desde el punto de vista nutritivo como del de la seguridad microbiológica" (*New Scientist* Vol. 70, N° 1004).

Conclusiones similares fueron presentadas por A. N. Gri-gorian del Instituto de Investigación de Biosíntesis Proteica de Moscú, el cual está cultivando cepas mezcladas de bacterias. La introducción de la fuente de carbono en forma gaseosa demanda estudios sobre la utilización eficiente que involucra tanto diseño como investigación cinética. Una complicación adicional es que el metano forma mezcla explosiva con aire y con aire enriquecido con oxígeno, de tal manera que el diseño debe tener en cuenta las necesidades de seguridad. En lo que respecta a la intensidad del crecimiento de los cultivos para oxidar al metano, se encontró que la concentración del nutrimento mineral era un factor limitante. El cultivo bacteriano mezclado se cultivó en fermentadores con volúmenes que variaban de 6 hasta 40 litros, con tasas de flujo de una mezcla de gas natural, oxígeno y nitrógeno de 60 litros por hora; el proceso fue realizado a un pH de 6.7 y a una temperatura de unos 33°C.

Al presentar un informe en una conferencia conjunta del Instituto de Ingenieros Químicos y del Instituto de Ingenieros de Irlanda, Grigorian expresó que él había progresado hasta recipientes de 10 m³ con una biomasa que contenía 65 por ciento de proteína cruda. Su evaluación económica probó que este método de producción de proteína a partir de gas natural era competitivo con aquellos de otras materias primas. Una importante consideración es reducir la pérdida del carbono del metano necesario para el metabolismo energético de los organismos y parte de la investigación estuvo dedicada a este objetivo. Un método de reducir las necesidades de materia prima consiste en añadir CO₂ a la fase gaseosa.

Como arman la celulosa las plantas

La molécula biológica más abundante en la Tierra es la celulosa, el carbohidrato del que están hechas las paredes de las células vegetales. Las plantas elaboran 100 mil millones de toneladas de la sustancia cada año, pero es deprimente que todavía no sabemos exactamente cómo lo hacen. Ahora, una microscopía electrónica cuidadosa por Malcom Brown y David Montezinos, de la Universidad de Carolina del Norte, parece mostrar el complejo enzimático que en realidad coloca la celulosa en la pared, en una de las más simples plantas, el alga unicelular *Oocystis* (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 73, p. 143).

La celulosa es colocada sobre la membrana de la superficie de la célula, en forma de una serie de microfibrillas entrecruzadas una debajo de otra. El sitio de la síntesis es difícil de observarlo, porque las microfibrillas están pegadas firmemente al exterior de la membrana celular, de tal manera que una vista del exterior muestra sólo una pared de muchas capas. Pero Brown y Montezinos fueron capaces de mirar al complejo enzimático desde atrás mediante el "grabado-congelado", un proceso en que las algas en crecimiento son repentinamente congeladas de tal manera que la membrana celular se parte por la mitad.

Lo que vieron, al mirar el interior de la mitad exterior de la membrana, fue que en el fondo hay un caballón bajo, que representa un surco al otro lado. Hay surcos como este por toda la membrana, y rasgaduras ocasionales a lo largo de ellos revelan que cada uno señala donde está colocada una microfibrilla de celulosa en la parte exterior de la membrana. Entonces, al final del surco hay una "balsa" de unas 108 moléculas, alineadas en tres filas regulares, que los investigadores identifican como el mismo complejo enzimático que es responsable de la elaboración de las fibrillas de celulosa.

Algunas de estas balsas están aisladas y aparentemente inactivas, pero normalmente permanecen siempre en los extremos de los surcos, como si estuvieran colocando la celulosa detrás de ellas conforme se mueven a través de la superficie de la célula. En algunas de las micrografías se puede ver claramente lo que pueden ser cadenas de celulosa en crecimiento saliendo de la balsa. Y hay, aproximadamente, tantas cadenas en la microfibrilla como moléculas en la balsa, lo que hace la fibrilla un cable de varios hilos.

De esta manera parece que la balsa es una batería de enzimas, que va colocando un paquete de cadenas detrás de ellas en forma de una microfibrilla. Por su parte, la microfibrilla en crecimiento, siendo fuerte y cristalina, puede ser lo que empuja la balsa hacia adelante en una línea recta, agregándose continuamente nuevo material detrás de la balsa.

Publicaciones

Current Advances in Genetics Siguiendo el formato de la próspera revista *Current Advances in Plant Science* (Cf. *Turrialba* 22: 377, 1972), la Pergamon Press ha comenzado en 1976 una publicación bibliográfica similar, *Current Advances in Genetics*. Intenta suministrar un servicio mensual de alerta en todo el campo de la genética, y contiene títulos, autores y datos completos de publicaciones de los artículos científicos que se publican sobre la materia en todo el mundo. Publicará en el futuro comentarios y revisiones de literatura sobre temas genéticos importantes que permitirán mantener a los científicos al día en campos fuera de sus propias especialidades. Los títulos están distribuidos en 52 secciones que van desde el código genético hasta estudios sobre cáncer, pasando por los genes y los nucleótidos; genética molecular, de desarrollo y de poblaciones; mejoramiento vegetal y animal; taxonomía y bacteriología. El material es preparado en la Universidad de Nottingham, donde están también los editores jefe, Bryan Clarke; ejecutivo, Harry Smith; y asociados, Tessa Day y Patricia Laughlin. El primer número, de fecha mayo de 1976, contiene 1487 fichas bibliográficas; tiene en cada número índice de autores y de revistas cuyos títulos se publican.

Notamos en el primer número que a veces se traducen los títulos al inglés y se indica entre paréntesis el idioma original (Ger); otras veces se transcribe en el idioma original (francés, español); parece (aunque esto no es fácil comprobar) que en otras ocasiones se traduce el título pero no hay indicación del idioma original.

Publicaciones

Enfoques Colombianos-Problemas Latinoamericanos. El primer número de esta serie tiene tres artículos: "Los proyectos de desarrollo rural" (Teresa Salcedo), "Problemas del Campesinado Parcelario" (Salomón Kalmanovitz), y "El poblamiento, la tenencia y el uso de la tierra en Colombia" (Ernesto Guhl). Editada por la Fundación para la Nueva Democracia y la Fundación Friedrich Naumann, de Bogotá, el primer número de esta serie de Monografías, de fecha abril de 1975, está dedicado al tema Desarrollo Rural. La dirección es Carrera 16, N° 32-78, Bogotá, D. E.

Importancia del azufre en la nutrición mineral de leguminosas forrajeras tropicales^{*1/} _____ LUIS E TERGAS**

ABSTRACT

Greenhouse experiments with elemental sulphur and gypsum indicated the significance of this element on growth and nodulation of different tropical forage legumes. *Cetrosema pubescens* and *Dolichos axillaris* did not respond to treatments on a soil low in sulphur. However, in *Macroptilium atropurpureum* the response to 100 ppm elemental sulphur or in the form of gypsum was highly significant in terms of shoot dry weight after the second clipping and nodules dry weight also. *Glycine wightii* responded to 25 ppm S as gypsum in all three clippings, increasing shoots and nodules dry weight significantly over the control with no significant response to elemental sulphur for the first two clippings. In *Pueraria phaseoloides* the response was highly significant to 25 ppm elemental sulphur or in the form of gypsum in terms of nodule dry weight only. There was not a significant response to sulphur in terms of root dry weight for any of the species evaluated. — The author.

Introducción

EL azufre es un nutrimento esencial para el crecimiento de las plantas cuyas deficiencias en suelos tropicales de América Latina han sido detectadas por McClung y Freites (11) en Brasil, Müller (14) y Martini (10) en Centroamérica, e INIAP (4) en Ecuador. Aparentemente, estas deficiencias están asociadas con la mineralización del azufre orgánico y posiblemente con las continuas quemadas en suelos cultivados según observaciones de McClung y Freites (11) y McClung *et al.* (12) en Brasil; y con la capacidad de absorción de sulfatos de los Andosoles y Latosoles según informes de Fox (5) en Hawaii y de Bornemiza y Llanos (2) en Costa Rica

Las leguminosas, en general, parecen ser muy susceptibles a las deficiencias de azufre en el suelo. Bergensen (1) señala un efecto específico en la capacidad de fijación de nitrógeno de las leguminosas, de modo afectar la síntesis de nitrogenasa, enzima compuesta de que la deficiencia marginal de este elemento podría proteínas con altos contenidos de azufre. Robinson y Jones (15) indican la importancia que tiene el azufre en la nutrición mineral del *Stylosanthes humilis* y Gates (6) explica que el azufre parece influir principalmen-

te en el desarrollo de los nódulos después de la iniciación.

Teitzel y Bruce (17), así como también Robinson y Jones (15) encontraron respuestas a azufre en leguminosas forrajeras tropicales en Australia. Jones y Quagliato (8) registrando en Brasil un aumento en la producción de materia seca de varias leguminosas tropicales con aplicaciones de hasta 60 kg de azufre por hectárea en un suelo deficiente en este elemento. Sin embargo, la información disponible no es suficiente para medir la magnitud del problema en el establecimiento y persistencia de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en el trópico americano. Por lo tanto se diseñó este trabajo con el objeto de evaluar el efecto del azufre en el crecimiento y nodulación de varias leguminosas forrajeras tropicales en solución nutritiva y en un suelo Latosol en el trópico ecuatoriano.

Materiales y métodos

Investigaciones en solución nutritiva

Este trabajo se realizó en el invernadero con el objeto de identificar los síntomas de deficiencias y niveles óptimos de azufre en las leguminosas *Cetrosema pubescens*, *Dolichos axillaris*, *Macroptilium atropurpureum** y *Glycine wightii*. Las plantas se sembraron en maceteros con capacidad para 0,5 kg de arena seca al aire. La arena había sido lavada con una solución de ácido clorhídrico al 10 por ciento y enjuagada varias veces con agua desionizada.

* Recibido para publicación el 6 de febrero de 1976

^{1/} Contribución del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Ecuador.

** Especialista Pastos Tropicales. Programa de Desarrollo Ganadero 901-PAN Banco Nacional de Panamá. Apartado 5220. Panamá 5.

* *Phaseolus atropurpureus* DC

Las soluciones nutritivas se prepararon de la forma siguiente:

Solución Nutritiva A

Substancia	mg/litro solución
Ca (NO ₃) ₂	984,0
K ₂ HPO ₄	252,0
Fe Quelato	71,5
MnCl ₂ ·4H ₂ O	1,4
H ₂ BO ₃	2,0
Zn Quelato	0,9
Cu Quelato	0,3
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0,1

Solución Nutritiva B

Tratamientos Azufre	Substancias			
	Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	MgSO ₄ ·7H ₂ O	NH ₄ NO ₃	Urea
ppm	mg/litro solución			
0	725,4	—	—	96,0
1	717,7	7,7	5,0	94,5
5	685,4	38,5	25,0	86,7
10	645,4	77,0	50,0	77,1
25	525,4	192,5	125,0	48,0
50	325,4	385,0	250,0	0,0

La Solución Nutritiva A se utilizó en todos los tratamientos en estudio y la Solución Nutritiva B se usó de acuerdo con los tratamientos de 0, 1, 5, 10, 25, y 50 ppm azufre en forma de sulfato, haciéndose los ajustes necesarios con nitrato de magnesio, nitrato de amonio y urea de manera que sólo variaron las concentraciones de azufre.

En cada macetero se sembraron 5 semillas germinadas y se seleccionaron 3 plantas para el estudio en el momento de formar el primer par de hojas verdaderas. A partir de este momento se aplicaron 50 ml de las soluciones nutritivas A y B, respectivamente, correspondientes a cada tratamiento, cada 2 días por un total de 5 semanas. Los maceteros se mantuvieron húmedos mediante riego por capilaridad usando filtros de cigarrillos en contacto con la arena y un recipiente con agua desionizada.

Durante el ensayo se hicieron observaciones sobre síntomas de deficiencias y al final se determinó el peso seco del material vegetativo.

Investigaciones en invernadero

Se realizaron dos ensayos de invernadero; el primero exploratorio para identificar un suelo deficiente en azufre y el segundo para estudiar el efecto del elemento en la nutrición mineral de varias leguminosas forrajeras tropicales. El diseño experimental en ambos casos consistió en bloques al azar con tres repeticiones.

Ensayo 1—Este ensayo se realizó con un suelo Latosol de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) cerca de Quevedo, Ecuador. Se estudió el efecto de los elementos fósforo, azufre, manganeso, boro, zinc y molibdeno, así como varias combinaciones de estos elementos en el crecimiento de siatratro, *Macroptilium atropurpureum*. Las concentraciones de cada elemento fueron las siguientes: fósforo 100 ppm, azufre elemental 100 ppm, manganeso 0,25 ppm, boro 50 ppm, zinc 0,05 ppm, y molibdeno 0,01 ppm.

En cada macetero de 1 kg de suelo seco al aire se sembraron 5 semillas y luego se seleccionaron 2 plantas para el estudio en el momento de formar el segundo par de hojas verdaderas. Las plantas crecieron por un período de 7 semanas antes de realizar el primer corte a una altura de 5 cm y luego se dejaron crecer por períodos similares hasta completar un total de 3 cortes.

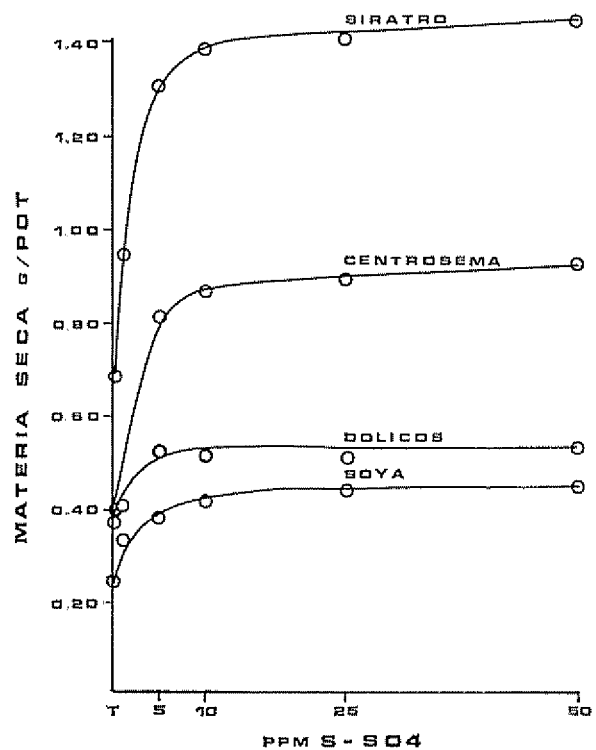


Fig. 1—Crecimiento de diferentes leguminosas forrajeras tropicales en relación con la concentración de azufre en solución nutritiva.

para determinación de materia seca y contenido de nitrógeno. Al final del tercer corte se sacaron las raíces para hacer observaciones del desarrollo del sistema radical y la nodulación. Durante el ensayo se mantuvo la humedad del suelo cerca de la capacidad de campo añadiendo agua desionizada regularmente.

Ensayo 2—Este ensayo se estableció en una forma similar al anterior estudiando el efecto de varios niveles de azufre: 0,25, 50, 100 y 200 ppm en forma de yeso y 100 ppm en forma de azufre elemental en el crecimiento y nodulación de las leguminosas *Centrosema pubescens*, *Dolichos axillaris*, *Macroptilium atropurpureum* (Siratro), *Glycine wightii* (Soya) y *Pueraria phaseoloides* (kudzú).

Se usaron maceteros de 2 kg de suelo seco al aire y la conducción del ensayo fue similar al Ensayo 1.

Resultados y discusión

Investigaciones en solución nutritiva

La Figura 1 muestra el crecimiento de las diferentes leguminosas forrajeras en relación con la concentración de azufre en solución nutritiva. En general, hubo una

respuesta significativa a niveles de 5 y 10 ppm de azufre soluble. Estos resultados concuerdan con Hasan *et al.* (7) y Fox (5) quienes encontraron que para el crecimiento óptimo del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), caña de azúcar y macadamia, eran necesarios de 5 a 15 ppm de azufre en forma de sulfato en la solución del suelo.

Las plantas que crecieron en el tratamiento testigo que contenía trazas de azufre presentes en las semillas y en la solución con 1 ppm de azufre mostraron los síntomas característicos de deficiencias de este elemento. Las hojas nuevas eran relativamente pequeñas y de un color amarillo a verde claro y las plantas lucían delgadas, relativamente pequeñas, con entrenudos cortos, y con guías débiles. Estos síntomas desaparecieron al aumentar la concentración de azufre a 5 ppm en la solución nutritiva, observándose un crecimiento vigoroso en todas las especies en estudio.

Investigaciones en invernadero

Ensayo 1.—En este ensayo se identificaron las deficiencias de azufre en un suelo Latosol de la Estación Experimental a partir del segundo corte. El Cuadro 1

Cuadro 1.—Efecto del azufre, fósforo y elementos menores en el crecimiento y contenido de nitrógeno de siratro después del segundo corte en un suelo Latosol, Pichilingue, Ecuador.

Tratamiento	Materia Seca	Nitrógeno	Peso Raíces
	g/maceta	%	g/maceta
1. Testigo	3,70 b ¹	2,16 de	9,86 N.S
2. P	3,66 b	2,15 de	10,66
3. Mn	3,66 b	2,06 e	10,06
4. B	4,00 b	2,12 de	9,67
5. Zn	3,76 b	2,09 e	9,93
6. Mo	3,53 b	2,14 de	9,33
7. S	5,00 a	2,53 abc	8,70
8. S+Mn	5,16 a	2,53 abc	9,26
9. S+Mn+B	4,83 ab	2,62 ab	10,10
10. S+Mn+B+Zn	4,70 ab	2,66 a	8,93
11. S+Mn+B+Zn+Mo	5,20 a	2,36 abcde	9,36
12. S+P	4,76 ab	2,62 ab	10,50
13. S+P+Mn	5,13 a	2,32 abcde	10,03
14. S+P+Mn+B	5,56 a	2,29 bcde	9,46
15. S+P+Mn+B+Zn	4,73 ab	2,46 abcd	9,76
16. S+P+Mn+B+Zn+Mo	5,63 a	2,40 abcde	10,33

¹ Los promedios seguidos de una misma letra no son estadísticamente diferentes (5% de probabilidad) según pruebas de amplitudes múltiples de Duncan.

Cuadro 2 —Producción de materia seca de leguminosas forrajeras para el primer corte en relación con niveles de azufre en un suelo Latosol, Pichilingue, Ecuador

Niveles de S	Centrosema	Dolichos	Siratiro	Soya	Kudzu
ppm			g/maceta		
0	4,23 N S	5,50 N S	3,13 N S	6,00	5,00 N S
25	4,40	6,20	3,10	8,37**	5,37
50	4,67	5,40	4,27	6,33	5,47
100	4,23	6,53	3,63	5,77	4,77
200	4,83	5,87	3,13	5,57	6,17
100 ¹	4,33	5,20	3,57	6,07	5,07
Promedio	4,45	5,78	3,47	6,35	5,31

1/ Azufre elemental

** P > 0,01

muestra el efecto de azufre, fósforo y elementos menores en el crecimiento y contenido de nitrógeno de siratro. Podemos observar que la respuesta a azufre en términos de materia seca y contenido de nitrógeno fue significativa comparada con los demás tratamientos. Al combinar el azufre con los demás nutrientes en estudio, los resultados fueron similares, por lo tanto la posibilidad de alguna interacción entre elementos quedaría descartada. El peso seco de raíces no fue afectado significativamente por ninguno de los tratamientos.

El crecimiento y desarrollo de las plantas también mostró el efecto del azufre, observándose plantas más vigorosas, con entrenudos más largos y guías más fuertes, lo cual favorecía la compatibilidad y persistencia de

esta leguminosa en asociaciones con gramíneas forrajeras de porte alto tales como guinea, *Panicum maximum* Jacq. y puntero o jaragua, *Hypparhenia rufa* (Nees) Staff, especies comunes en las praderas tropicales de América. También se pudo observar una influencia en la emisión de tallos florales en el tratamiento que contenía azufre, lo cual concuerda con las observaciones de Robinson y Jones (15) en *Stylosanthes humilis* en Australia, quienes reportaron que una deficiencia de azufre causaba una demora en la floración de unas tres semanas.

Ensayo 2.—La producción de materia seca de las leguminosas forrajeras en estudio para el primero, segundo y tercer corte en relación con los niveles de azu-

Cuadro 3 —Producción de materia seca de leguminosas forrajeras para el segundo corte en relación con niveles de azufre en un suelo Latosol, Pichilingue, Ecuador.

Niveles de S	Centrosema	Dolichos	Siratiro	Soya	Kudzu
ppm			g/maceta		
0	2,50 N S	3,49 N S	2,14	3,43	3,43 N S
25	2,49	3,78	2,32	5,08*	4,20
50	3,54	3,44	2,88*	5,04*	4,13
100	2,39	3,90	2,41	4,10	3,27
200	2,70	3,80	2,69	3,50	4,27
100 ¹	3,21	3,68	3,03**	3,69	4,28
Promedio	2,80	3,68	2,56	4,14	3,93

1/ Azufre elemental

* P > 0,05

** P > 0,01

Cuadro 4.—Producción de materia seca de leguminosas forrajeras para el tercer corte en relación con niveles de azufre en un suelo Latosol, Pichilingue, Ecuador

Niveles de S	Centrosema	Dolichos	Siratro	Soya	Kudzu
ppm			g/pot		
25	2,32 N S	2,67 N S	2,41	2,40	2,74 N S
0	2,86	3,21	3,12*	4,27**	4,60
50	3,20	2,85	3,27*	5,04**	3,63
100	2,05	4,14	3,07*	4,14**	3,69
200	2,35	2,61	2,98*	4,42**	3,76
100 ¹	3,02	2,94	3,46**	4,07**	4,22
Promedio	2,63	3,07	3,05	4,05	3,77

1/ Azufre elemental

* P > 0,05

** P > 0,01

fre en el suelo se muestran en los Cuadros 2, 3 y 4, respectivamente. Se observó un comportamiento diferente en cuanto a las leguminosas en relación con los tratamientos. *Centrosema*, *Dolichos* y kudzu no respondieron a la aplicación de azufre en ninguna forma de fertilización; en cambio, la soya respondió significativamente a niveles de 25 ppm de azufre en forma de yeso a partir del primer corte sin que se notara una diferencia significativa entre yeso y azufre elemental a niveles de 100 ppm para el tercer corte. En siratro la respuesta fue altamente significativa a 100 ppm de azufre elemental para el segundo y tercer corte, corroborando los resultados obtenidos en el ensayo 1; además se observó una respuesta significativa a 50 y 25 ppm de azufre en forma de yeso para el segundo y tercer corte, respectivamente.

El Cuadro 5 muestra los pesos de raíces de leguminosas forrajeras después del tercer corte los cuales no fueron afectados por los tratamientos. Sin embargo, en el Cuadro 6 se observa que el peso seco de nódulos de soya y kudzu aumentó significativamente con la aplicación de 25 ppm de azufre en forma de yeso; en siratro el tratamiento de 100 ppm de azufre elemental o en forma de yeso fue superior a los demás niveles, con que resultaron estadísticamente superiores al testigo; y en *Centrosema* y *Dolichos* no se presentó una respuesta significativa en relación con los niveles de azufre aplicados, aunque se notó cierta tendencia en el primero en responder a niveles bajos.

En general, podemos señalar que las respuestas a azufre están de acuerdo con los resultados obtenidos

Cuadro 5.—Peso seco de raíces de leguminosas forrajeras después del tercer corte en relación con niveles de azufre en un suelo Latosol, Pichilingue, Ecuador.

Niveles de S	Centrosema	Dolichos	Siratro	Soya	Kudzu
ppm			g/pot		
0	2,29 N S	1,27 N S	7,65 N S	2,33 N S	2,42 N S
25	2,38	1,15	7,02	2,69	2,26
50	2,49	1,15	7,85	2,40	1,99
100	2,04	1,11	7,84	2,41	1,72
200	2,29	1,12	6,57	2,42	2,21
100 ¹	1,85	1,38	7,78	2,38	1,84
Promedio	2,22	1,19	7,45	2,44	2,07

1/ Azufre elemental

* P > 0,05

** P > 0,01

Cuadro 6—Peso seco de nódulos de leguminosas forrajeras después del tercer corte en relación con niveles de azufre en un suelo Latosol, Pichilingue, Ecuador

Niveles de S	Centrosema	Dolichos	Siratro	Soya	Kudzu
ppm			g/maceta		
0	0,32 N S.	1,12 N S	0,17	0,21	0,89
25	0,84	1,25	0,40*	0,49**	2,28**
50	0,69	1,36	0,50*	0,57**	1,87**
100	0,39	1,16	0,72**	0,57**	2,15**
200	0,43	0,94	0,34*	0,44**	2,01**
100 ¹	0,53	1,12	0,68**	0,40*	1,95**
Promedio	0,53	1,16	0,47	0,44	1,86

1/ Azufre elemental

* $P > 0.05$ ** $P > 0.01$

por Jones y Quagliato (8) en estudios similares; sin embargo, ellos obtuvieron respuestas significativas con *Centrosema pubescens* lo cual no fue el caso en el presente trabajo. Parece ser que *Centrosema* y *Dolichos* son especies tolerantes a bajos niveles de azufre en el suelo y que solamente responden a este elemento cuando el suelo es muy deficiente. En cambio, la soya y el siratro parecen ser bastantes susceptibles a deficiencias de azufre. También es notable la respuesta a azufre del kudzú en cuanto a peso seco de nódulos, lo cual está directamente relacionado con la capacidad de fijación de nitrógeno de la planta en asociación con el *Rhizobium* del suelo; esta respuesta, similar al siratro y soya concuerda con lo informado por Gates (6) quien observó un aumento en el peso seco de nódulos de *Stylosanthes humilis* causado por aplicaciones de azufre. De nuevo, el comportamiento de *Centrosema* y *Dolichos* en relación a nodulación indica diferencias acentuadas entre especies.

Los resultados de este trabajo indican que la evaluación de las deficiencias de azufre en el suelo posiblemente dependerá de la planta indicadora que se utilice en este tipo de estudio. Spencer *et al.* (16) señalan que los análisis de suelo no son buenos indicadores comparados con estudios de campo, a pesar de que Kamprath (9) menciona posibles respuestas cuando los niveles de sulfato extraídos del suelo con una solución de acetato de amonio son menores de 10 ppm. También parece existir una diferencia aparente en cuanto a los niveles óptimos de azufre en las hojas. Müller (14) señala que en tomate las concentraciones de azufre en hojas que mostraban síntomas de deficiencias eran 0,07 por ciento comparadas con 0,12 por ciento en hojas normales, y Bouma *et al.* (3) consideran que es necesaria una concentración de 0,16 a 0,20 por ciento de azufre total en trebol subterráneo para alcanzar un 80

por ciento de la máxima respuesta en rendimiento. Sin embargo, Robinson y Jones (15) encontraron que el contenido de azufre en *Stylosanthes humilis* era solamente de 0,10 por ciento en plantas fertilizadas mientras que el de las semillas era de 0,36 por ciento indicando una posible translocación de este elemento después de la floración.

Finalmente, este trabajo parece indicar diferencias entre especies en cuanto a la utilización del azufre en relación a las formas de aplicación. Al respecto, McLachlan y De Marco, (13) encontraron que los rendimientos en trébol subterráneo eran superiores con aplicaciones de yeso que con azufre elemental y que el calcio no tuvo ningún efecto nutricional. Es posible que la acidez residual del azufre elemental, comparada con el yeso, esté relacionada con las respuestas de diferentes especies de leguminosas especialmente las tropicales que se caracterizan por producir exudados alcalinos en las raíces.

Resumen

Experimentos de invernadero en un suelo deficiente en azufre, mostraron una diferencia entre especies de leguminosas forrajeras tropicales en respuesta a la fertilización con azufre elemental y yeso en términos de materia seca de las partes aéreas y de nódulos, sin que se notara ningún efecto sobre peso seco de raíces.

Centrosema pubescens y *Dolichos axillaris* no respondieron a los tratamientos; sin embargo, *Macroptilium atropurpureum* respondió significativamente a 100 ppm de S en forma elemental y yeso en términos de materia seca de las partes aéreas después del segundo corte y en peso seco de los nódulos. *Glycine wightii*

respondió a 25 ppm de S en forma de yeso en los tres cortes, aumentando el peso de las partes aéreas y de los nódulos, pero no respondió al azufre elemental en los dos primeros cortes y *Pueraria phaseoloides* respondió únicamente a 25 ppm de S en forma elemental y yeso en términos de peso de nódulos solamente.

Literatura citada

- BERGENSEN, F. J. The central reactions of nitrogen fixation Plant and Soil, Special Volume: 511-524. 1971.
- BORNEMISZA, E. y ILLANOS, R. Sulfate movement, adsorption and desorption in three Costa Rican soils. Soil Science Society of America Proceedings 31 (3): 356-360. 1967.
- BOUMA, D., SPENCER, K. y DOWLING, E. J. Assessment of the phosphorus and sulphur status of subterranean clover pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 9: 329-340. 1969.
- ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). Informe Técnico 1973. 125 p.
- FOX, R. I. Chemistry and management of soils dominated by amorphous colloids. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 33: 112-119. 1974.
- GATES, C. T. Nodule and plant development in *Stylosanthes humilis* H.B.K.: symbiotic response to phosphorus and sulphur. Australian Journal of Botany 22:45-55. 1974.
- HASAN, S. M., FOX, R. L. y BOYD, C. C. Solubility and availability of sorbed sulfate in Hawaiian soils. Soil Science Society of America Proceedings 34 (6): 897-901. 1970.
- JONES, M. B. y QUAGLIATO, J. I. Respostas de quatro leguminosas tropicais e da alfalfa a vários níveis de enxofre. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 5:359-363. 1970.
- KAMPRATH, E. J. Azufre. In SANCHEZ, P. A., ed. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Ed. Español. North Carolina Agricultural Experiment Station. 1973 pp 195-198 (Boletín Técnico No 219).
- MARTINI, J. A. Caracterización del estado nutricional de los principales Latosoles de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. Turrialba 19 (3):394-408. 1969.
- McCLUNG, A. C. y DE FREITES, I. M. M. Sulphur deficiency in soils from Brazilian Campos. Ecology 40 (2):315-317. 1959.
- , y IOTT, W. I. Analyses of several Brazilian soils in relation to plant responses to sulphur. Soil Science Society of America Proceedings 23 (2): 221-224. 1959.
- McLACHLAN, K. D. y DE MARCO, D. G. The influence of time of application of gypsum and elemental sulphur on the pasture response to sulphur. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 8:725-730. 1968.
- MÜLLER, I. E. Deficiencia de azufre en algunos suelos de Centro América. Turrialba 15 (3): 208-215. 1965.
- ROBINSON, P. J. y JONES, R. K. The effect of phosphorus and sulphur fertilization on the growth and distribution of dry matter, nitrogen, phosphorus, and sulphur in Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*). Australian Journal of Agricultural Research 23: 633-640. 1972.
- SPENCER, K., BOUMA, D. y MOYE, D. V. Assessment of the phosphorus and sulphur status of subterranean clover pastures. 2. Soil tests. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 9: 320-328. 1969.
- TEITZEL, J. K. y BRUCE, R. C. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. 4. Soils derived from metamorphic rocks. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 12: 281-287. 1972.

NOTAS Y COMENTARIOS

Como encaran a las sequías los insectos

Los escarabajos tenebrianidos del Desierto Namib del Sudoeste de Africa habitan una de las zonas más áridas del mundo, por lo que han tenido que adaptar su entero estilo de vida para afrontar el problema de la falta de agua.

Gracias al celo y determinación de William Hamilton y Mary Seeley, el insecto ha tenido la distinción de aparecer en las portadas de las dos revistas principales de ciencia general del mundo, *Nature* y *Science*, en el transcurso del mes de julio de 1976. Los dos artículos tratan de dos diferentes estrategias adoptadas por los escarabajos para lograr aprovechar la poca humedad que consigue penetrar en el desierto en los vientos nocturnos cargados de niebla.

Los escarabajos de *Nature* (Vol 262, p. 284) son activos de día y permanecen enterrados en el suelo por las noches, a menos que sean atraídos por la presencia de una neblina. En este caso, emergen de sus huecos, trepan hasta la cumbre del surco más cercano, y se paran, con las patas posteriores estiradas, condensando la niebla en su parte posterior. Hamilton y Seeley pesaron escarabajos antes y después de este ejercicio nocturno y calcularon que en una buena neblina pueden recolectar hasta un 34 por ciento de su propio peso en agua de neblina, aunque lo más común es más o menos 12 por ciento.

Los escarabajos de *Science* (Vol 193, p. 454) prefieren hacer algo más que sólo pararse y esperar, y en una noche húmeda cubren el paisaje desértico con pequeñas trincheras, de alrededor de un metro de largo, que hacen arrastrándose por la arena. Las paredes levantadas de las trincheras colectan agua (esta vez Hamilton y Seeley pesaron los surcos antes y después de la neblina) y el escarabajo absorbe la humedad cuando retrocede por la trinchera que ha hecho.

Explosión y extinción: una ley de evolución

Los pasos más grandes en la evolución son también los menos comprendidos, ya que las complejidades para desarrollar, por ejemplo, la fotosíntesis o la sangre caliente van más allá de los modelos matemáticos simples de hoy día. De esta manera, hay todavía campo para argumentos puramente cualitativos sobre cómo ocurrieron estos grandes saltos hacia adelante. Dos artículos recientes buscan tratarlos como procesos principalmente endógenos. Señalan cómo la emergencia y extinción de grupos mayores de animales parecen seguir patrones repetidos en los que los factores ambientales son sólo secundarios.

P. J. Darlington, de Harvard, presenta no tanto una teoría como una formulación de principios simples, para ponerlos frente a lo que llaman la "explosión detallada" en biología. Lo que le interesa es la manera como aparecen los radicalmente nuevos tipos (*Proceedings of the National Academy of Sciences* vol 73, p 1360).

Cualquiera que mire el árbol evolucionario de los vertebrados, por ejemplo, notará que cada clase, desde los peces hasta los mamíferos, se presentaron al mundo explosivamente, estableciendo sus mayores linajes temprano y cambiando relativamente poco desde ese momento. Darlington resume las cuatro fases que conforman tal "segmento" de la evolución.

El comienzo es a menudo lento. Esto es debido a que un nuevo modo de vida, tal como vivir sobre la tierra o tener hijos vivos, necesitará adaptaciones separadas a tantos sistemas que los primeros pocos pasos tendrán poco valor selectivo. Pero más allá de cierto punto, los individuos parcialmente adaptados tendrán éxito. Recíprocamente, la frecuencia de combinaciones sin éxito de los nuevos caracteres, esto es el costo del proyecto a la población, se hará tan alto que el progreso tiene que ir hacia adelante siempre más rápido. Después de esta "adaptación explosiva", la evolución de la adaptación general se volverá otra vez más lenta conforme se acerca a lo mejor que puede dar de sí. Pero las nuevas oportunidades abiertas a un tipo de animal radicalmente nuevo provocan otra explosión, esta vez una radiación de la nueva línea en muchas especies, para capturar papeles existentes y ocupar aquellos que se crean. Finalmente, la cuarta fase es la estabilización de la nueva ecología.

Darlington está también interesado en la manera en que estas mismas leyes pueden aplicarse a la evolución en otros niveles diferentes al genético. Por ejemplo, la adaptación (genética) explosiva que produjo al cerebro humano, fue seguida por una radiación explosiva en términos sociales, con la creación de diversidad cultural y técnica. La revolución tecnológica de nuestro propio siglo podría representar una versión social de una adaptación explosiva. No es necesario de que uno apoye los dogmas desacreditados del darwinismo social para apreciar que "el cambio de la herencia genética a social no terminó la competencia y la selección natural sino que las mudó a un nuevo nivel en las que son quizá más susceptibles a un control inteligente".

En todavía otro nivel, la ciencia misma, se puede decir que sufre segmentos de evolución en la forma de revoluciones kuhnianas: la adaptación explosiva conforme emerge el nuevo concepto revolucionario, y la radiación de la "ciencia normal" que él hace posible. En este nivel, el darwinismo fue en sí mismo un ejemplo de este uno de los más grandes procesos darwinianos.

Retornando a una biología más tradicional, Keith Thompson, de Yale, trata las extinciones en gran escala también como un carácter inherente de la evolución (*Nature*, vol 261, p 578).

Comienza con la extinción de los dinosaurios, y revive la idea vieja, generalmente impopular, de la vejez racial para explicar esta catástrofe y otras similares; pero ofrece un significado plausible para la idea, en términos darwinianos.

Muchos grupos que una vez reinaban sobre la Tierra (trilobitos, nautiloides, los grandes anfibios y muchos otros) parecen haber perecido en momentos de su diversidad más grande. En muchos casos, la razón parece obvia: se desarrollaron competidores más avanzados. Pero para algunos, notablemente los dinosaurios, no se puede suministrar tal respuesta. Thompson sugiere que sus varios éxitos en la diversidad guardaban las semillas de su propia destrucción.

Señala que todos estos grupos llegaron a la cúspide conforme un patrón similar: una radiación explosiva que en un lapso de unos pocos millones de años se curvó suavemente en una declinación "implosiva". Su teoría es que la creciente especialización de las especies en radiación las hace menos resistentes a pequeñas fluctuaciones ambientales. Así no será necesaria una sola catástrofe para eliminar la raza entera. Mas allá de cierta etapa, cada especie sería vulnerable a sus propios desastres privados, de una naturaleza que podría resistir una especie menos especializada.

La única esperanza de supervivencia como grupo mayor debe ser desarrollar una nueva adaptación importante, que pueda conducir la evolución un paso más allá.

PUBLICACIONES

Habitat. Una nueva publicación bimestral ha iniciado la Pergamon Press en colaboración con el World Environment and Resources Council (WERC). La nueva adición al nutrido establo de la Pergamon se llama *Habitat* y se trata de una revista internacional multidisciplinaria destinada a publicar investigaciones originales, revisiones de literatura, registros de experiencias reales, y planes para actividades futuras que conciernen a todos los aspectos de los asentamientos humanos, tanto urbanos como rurales.

El primer número, de fecha junio de 1976, está presentado editorialmente por Enrique Peñaloza, Secretario General de la Conferencia *Habitat* de Vancouver. Entre los artículos, el de más interés rural es uno de C. L. Saltor sobre la dicotomía rural-urbana china, lo que llama la China "agropolita".

Bibliografía Agropecuaria Venezolana. El SININCA (Sistema Nacional de Información para las Ciencias Agropecuarias) está publicando la *Bibliografía Agrícola Venezolana*. El primer número abarcó el período de enero a junio de 1975, siguió siendo después trimestral y se espera cambiarla a semestral en 1977. Según se anuncia en la Introducción, la *Bibliografía* "señala documentos no-conventionales publicados en Venezuela", aunque en el número que tenemos a la vista hay dos tesis de Chapingo, México (Refs. 443 y 473 de 1976). Al parecer se excluyen las publicaciones convencionales (artículos en revistas conocidas, libros, etc.) y la literatura sobre Venezuela publicada en el exterior, lo que disminuye algo su valor para el usuario. Colaboran ocho bibliotecas agrícolas de Venezuela, principalmente la del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Maracay.

Ciencia Forestal. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, de México, ha iniciado con fecha mayo-junio 1976 una revista bimestral, *Ciencia Forestal*. El primer número tiene artículos sobre *Pinus patula* y sobre zapatas de riedera para frenos del "Metro".

Histological observations on maize leaf tissues infected with rayado fino virus* ————— E W KITAJIMA**, RODRIGO GAMEZ***

COMPENDIO

Observaciones realizadas al microscopio electrónico mostraron que las células del parénquima de hojas de maíz infectadas con el virus del rayado fino (VRF) aparecían ligeramente contraídas en relación a las de hojas sanas. A bajas ampliaciones no se observó ningún cambio apreciable en los componentes celulares. A ampliaciones mayores se apreciaron masas densas a los electrones en las vacuolas de células del parénquima de la epidermis y del parénquima vascular, formadas por agregados de partículas isométricas de 25 nm de diámetro entremezcladas con material amorfo. Estas partículas no se observaron en células de plantas sanas, y son similares a las descritas para el VRF en preparaciones purificadas. Los efectos citopáticos de este virus y del virus del rayado del maíz de Brasil son idénticos, lo cual confirma observaciones anteriores sobre la similitud de estos virus — Los autores.

Introduction

MAIZE rayado fino virus (RFV) (5, 6, 7) and the Brazilian corn streak virus (CSV) (11) are small isometric viruses, 25-27 nm in diameter, transmitted in a persistent manner by the cicadellid leafhopper *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. In a preliminary communication (10) we indicated that these viruses were serologically identical and induced similar cytopathic effects in leaf cells of infected maize plants. For these reasons RFV and BCSV are considered identical or closely related viruses. In this paper we describe some observations on intracellular location and cytopathic effects induced by RFV in cells of maize plants and compare these effects with those caused by the BCSV and other maize viruses.

Materials and methods

Leaf samples from both uninoculated control and RFV-infected maize plants were fixed with 3% glutaraldehyde and post-fixed in 1% OsO₄, buffered in phosphate, dehydrated and embedded in Epon at the University of Costa Rica. The blocks were sectioned at

the University of Brasilia with a Porter-Blum MT-1 or with LKB ultratome III microtomes equipped with an IVIC diamond knife. Thin sections were then stained with uranyl acetate and lead citrate and examined in a Zeiss EM9 electron microscope.

Results

There was an accidental change in the labels of the blocks sent from Costa Rica; thus the material considered as healthy was indeed RFV-infected and vice-versa. This, in part, was interesting because it eliminated possible bias in the examination of the sections. Preservation of the tissues was reasonable, with some few cells showing slight plasmolysis. Leaf parenchyma cells from RFV-infected plants were somewhat shrunken in relation to those from control plants. At low magnification, however, no remarkable changes could be noticed in the cell components. Vacuoles from cells of both RFV-infected and uninoculated control plants commonly exhibited electron dense specks (Fig. 1, 2, 6). At higher magnifications it was possible to notice that these dense specks in the vacuoles from RFV-infected cells were made up of an aggregate of isometric particles, ca. 25 nm in diameter, commonly interspersed with an amorphous material (Fig. 3-5). In uninfected cells, these specks were composed of nonparticulated material (Fig. 6), and in no instance could the 25 nm particles be observed in these cells.

* Received for publication November 12th, 1976

** Departamento de Biología Celular, Universidad de Brasilia, Brazil.

*** Centro de Investigación en Virología y Fisiología Celular, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria. R. Gámez is Scientific Fellow of the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) of Costa Rica

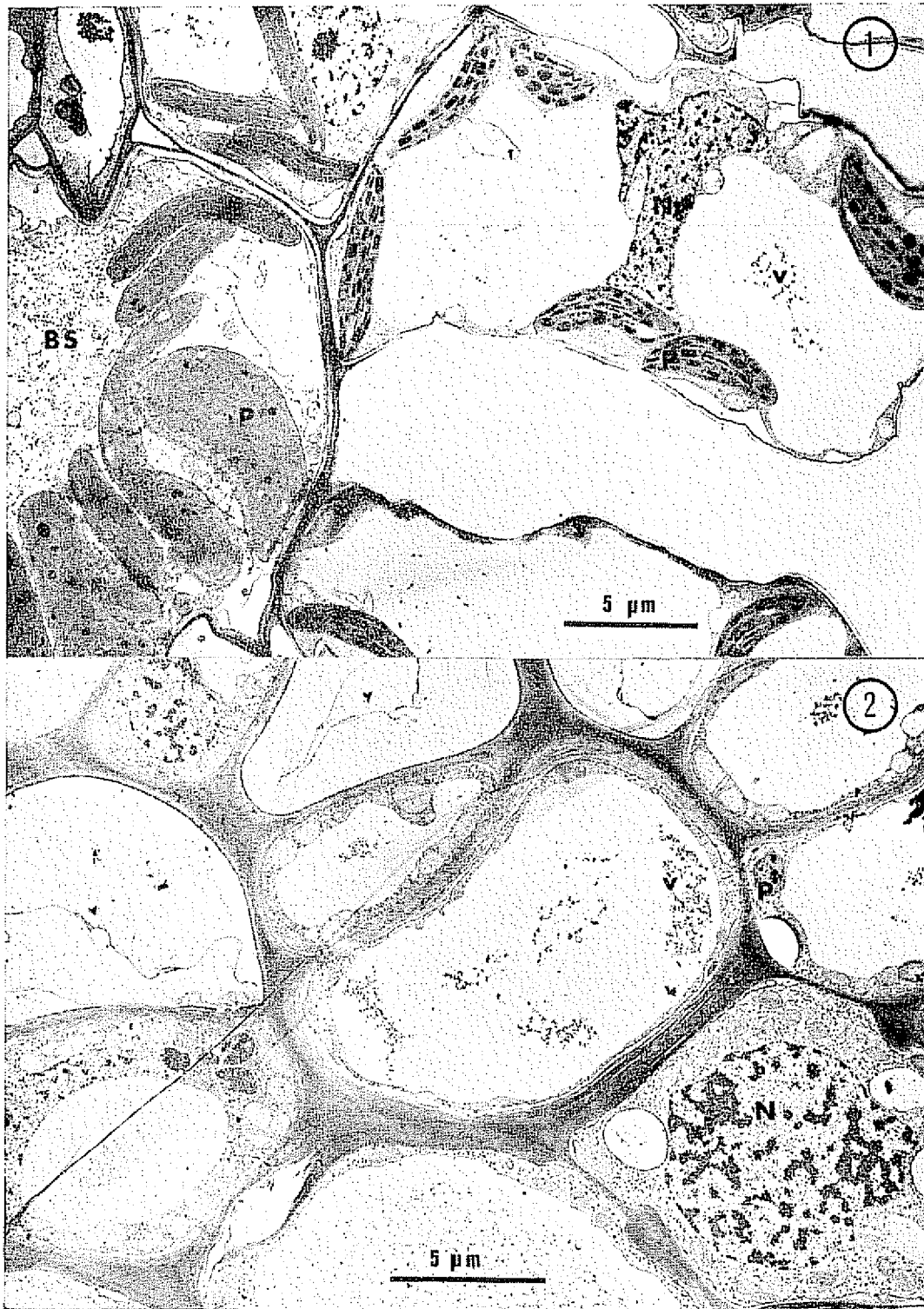


Fig 1-2 —Virus-infected epidermal (Fig 1) and phloem parenchyma (Fig 2) cells. Electron dense specks containing virus particles appear in the vacuoles. BS bundle sheat. N: nucleus; P: plastid; V: virus

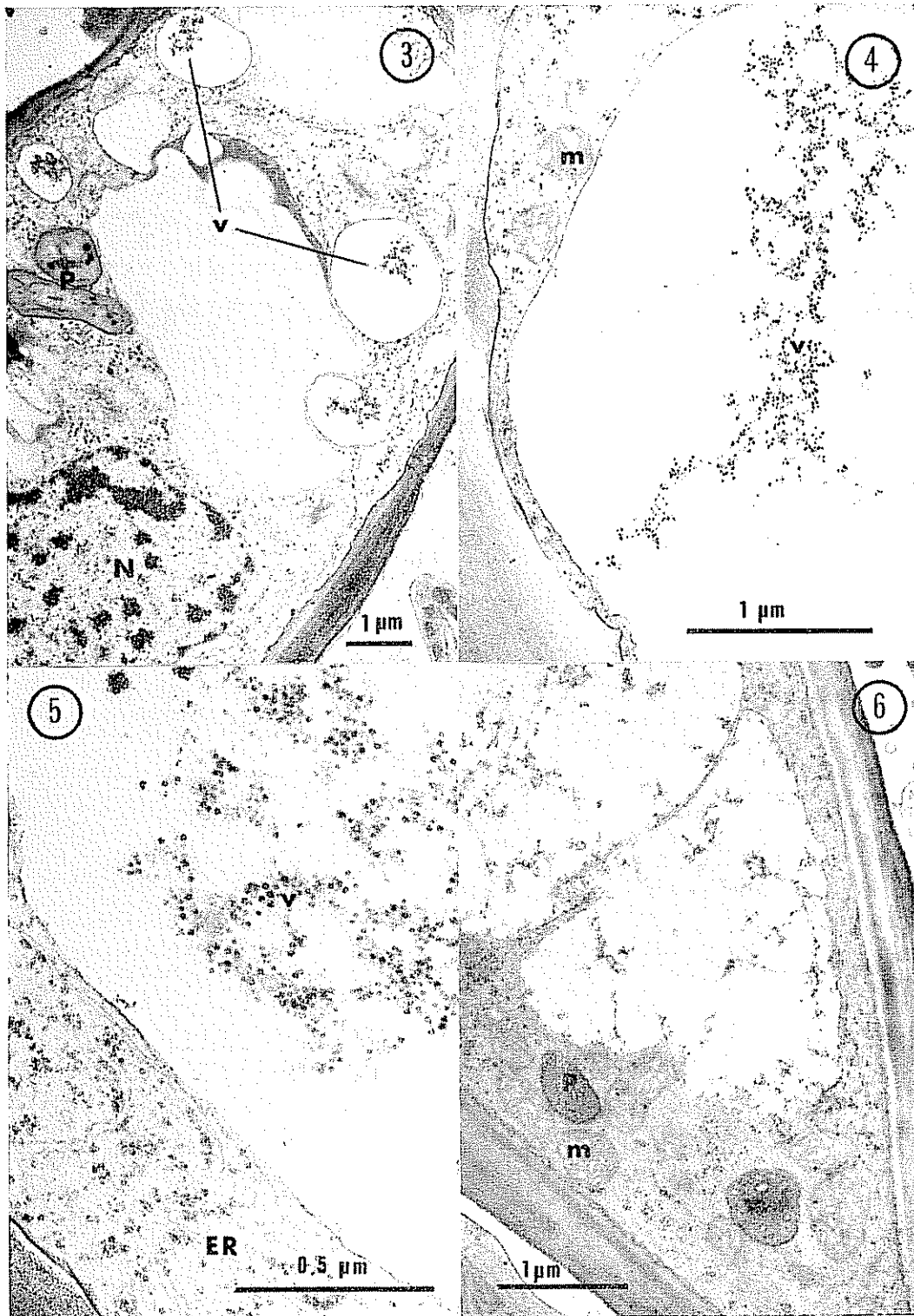


Fig 3-5—Aggregates of isometric particles interspersed with amorphous material in vacuoles of virus-infected epidermal parenchyma cells ER endoplasmic reticulum, m mitochondria, N nucleus, P plastid, V virus

Fig 6—Electron dense specks of nonparticulated material in healthy phloem parenchyma cell

Discussion

The isometric particles observed in the vacuoles of RFV-infected cells from epidermis mesophyll and phloem parenchyma must represent the RFV *in situ*. Their presence only in RFV-infected tissues and their morphological similarity with the polyhedral particles found in purified and infective preparations (8, 11) are considered evidence in favor of this view. The present results are also in agreement with previous studies that showed RFV and BCSV to be serologically similar or identical (10). Presumptive BCSV particles also occur in the vacuole of different types of leaf cells and were also observed in some few cases in the cytoplasm, associated with areas rich in vesicles (11). This was not observed in RFV-infected cells, but it could be due to the examination of a relatively small number of samples.

The similarity in the cytopathic effects of RFV and BCSV supports the view that both viruses are part of the same complex.

The "rayado Colombiano" virus of maize is also serologically related to both RFV and BCSV (Gámez, R. and Martínez-López, G., unpublished data; Gámez, R. and Kitajima, E. W., unpublished data). Originally it was thought to be 50 nm in diameter (13), but was recently shown to be identical to RFV and BCSV in size and morphology (14). The histological effects in maize of this virus are not known. Although there are other isometric viruses reported infecting maize such as the African corn streak (1,15), the maize stripe and maize line (12), the chlorotic dwarf (2,3), the chlorotic mottle (9), and the cucumber mosaic (4), most of them differ in several pathological and/or morphological properties, as well as in their insect-vector and virus-vector relationships, and are thus probably unrelated to RFV and BCSV.

Literature cited

- 1 BOCK, K. R., GUTHRIE, E. J., and WOODS, R. D. Purification of maize streak virus and its relationship to viruses associated with streak diseases of sugar cane and *Panicum maximum*. *Annals of Applied Biology*, 77(3):289-296. 1974.
- 2 BRADFUTE, O. E. Detection of maize stunting agent by electron microscopy of diseased tissues. *Proceedings, Second International Congress of Plant Pathology*. Abstract N° 70. 1973.
- 3 BRADFUTE, O. E., LOUIE, R., and KNOKE, J. K. Isometric viruslike particles in maize with stunt symptoms. *Phytopathology*, 52(8): 748. (Abstr) 1972.
- 4 COSTA, A. S. and KITAJIMA, E. W. Ocorrência do mosaico em milho no Estado de São Paulo, causado pelo vírus do mosaico de pepino. *Resumos 5º Congresso Sociedade Brasileira de Fitopatologia*.
- 5 GAMEZ, R. A new leafhopper-borne virus of corn in Central America. *Plant Disease Reporter*, 53(12): 929-932. 1969.
- 6 ———. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays* L.) by *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. *Annals of Applied Biology*, 73(3): 285-292. 1973.
- 7 ———. The leafhopper-transmitted maize rayado fino virus in Central America. *In Proceedings, International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop*. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio August 16-19, 1976. (In press).
- 8 ——— and RAMIREZ, C. Purification, serology and electron microscopy of rayado fino virus of maize. *In Abstracts, Annual Meeting, Caribbean Division, American Phytopathological Soc., CIAT, Colombia* December 4-6, 1975 p. 42.
- 9 HERBERT, T. T. and CASTILLO, J. A new virus of maize in Peru. *In Proceedings, Second International Congress of Plant Pathology*, Abstract N° 70. 1973.
- 10 KITAJIMA, E. W., GAMEZ, R., and LIN, M. T. A serological and histological comparison of the maize rayado fino virus from Costa Rica and the Brazilian corn streak virus. *In Abstracts, Annual Meeting, Caribbean Division, American Phytopathological Society, CIAT, Cali, Colombia* December 4-6, 1975 p. 50.
- 11 ———, YANO, T. and COSTA, A. S. Purification and intracellular location of isometric particles associated with the Brazilian corn streak virus infection. *Ciencia e Cultura (Brasil)* 28(4): 427-430. 1976.
- 12 KULKARNI, H. Y. Comparison and characterization of maize stripe and maize line viruses. *Annals of Applied Biology*, 75(2): 205-216. 1973.
- 13 MARTINEZ-LOPEZ, G. and RICO DE CUJIA, LUZ M. El virus del rayado colombiano del maíz. *Noticias Fitopatológicas* 4(1): 27-32. 1975.
- 14 ——— and RICO DE CUJIA, LUZ M. El virus del rayado colombiano del maíz es un virus isométrico de alrededor de 30 nm de diámetro. *In Resúmenes, II Congreso, Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines*. Bogotá. Setiembre 1-3, 1976 p. 52.
- 15 PLASVIC-BAJAC, B. and MARAMOROSCH, K. Electron microscopy of African maize streak. *Phytopathology*, 62(6): 671. (Abstr). 1972.

Atividade enzimática da polifenoloxidase, peroxidase e catalase em grãos de *Coffea arabica* L. e relações com a qualidade da bebida^{*1/}

J. C. DE OLIVEIRA**, D. M. SILVA***, A. A. TEIXEIRA****, H. V. AMORIM***

ABSTRACT

This work studies the enzymatic activities of Polyphenol oxidase, Peroxidase and Catalase in unprocessed coffee bean samples and correlate them with the beverage quality which was previously evaluated by experts from the Brazilian Institute of Coffee.

A number of 35 samples, collected in farms of 27 counties in the States of São Paulo and Minas Gerais, were used thus allowing an evaluation more general than in previous works.

The final results showed that PFO activity decreased in the same order of the classification made by the experts.

On the other hand, catalase and peroxidase did not show such a definite relationship. Nonetheless it was possible to observe that the activity of those samples classified as "Rio" showed an average value considerably lower than the others.—The authors.

Introdução

O PREÇO da venda de café depende de dois fatores: qualidade e tipo de café (27). A qualidade depende do aspecto, cor e tamanho da fava, bebida, etc. A qualidade da bebida é o fator mais importante da classificação por qualidade, e esta é avaliada por provadores especificamente treinados para diferenciar os cafés quanto às suas propriedades organolépticas.

Com relação à qualidade Antunes Filho (9) afirma que através da prova sensorial, tanto a classificação de vinhos como da qualidade da bebida do café tem sido satisfatória para fins de comercialização. Calle (11), falando sobre a subjetividade de prova de xícara, afirma ser ela limitada pela aptidão do provador, que pode ser deformada e que não é possível ser medida. Mônaco (21) reconhece que, embora a determinação da qualidade da bebida esteja sujeita a erros devido a discrepância do paladar, não se encontrou ainda outra so-

lução, em vista da complexidade dos vários fatores que afetam. Fairbanks Barbosa *et al.* (13), verificando resultados discordantes em amostras provadas por diferentes degustadores, realizaram estudos com bases estatísticas visando determinar a validade da prova de xícara. Os resultados mostraram que, com técnicas adequadas e degustadores capacitados, a prova de xícara é perfeitamente válida dentro de certos limites.

Amorim e Silva (1, 3), encontraram uma correlação positiva entre a qualidade da bebida do café brasileiro e a atividade enzimática da polifenoloxidase. Os autores acham que os melhores cafés possuem uma atividade relativamente maior devido ao fato de que os piores cafés passaram por condições de injúrias (que pode ser de causa patológica) e assim a quantidade de fenóis oxidados (enzimaticamente ou não) aumentou, inativando desta maneira a enzima polifenoloxidase. O mecanismo da inativação da polifenoloxidase pelas quinonas formadas já é conhecida na literatura (16). Posteriormente, Rotemberg e Iachan (23, 24), confirmaram esses resultados. Os mesmos autores no ano seguinte (1971) propuseram um método químico automático para a diferenciação de café-bebida.

Sanint e Valencia (25), na Colômbia, induzindo em café despolpado diferentes qualidades de bebida por meio de diversos tempos de fermentação, observaram que também para cafés despolpados a atividade enzimática da polifenoloxidase era maior nos melhores cafés.

* Recibido para publicação em Agosto 3, 1976

^{1/} Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Instituto Brasileiro do Café.

Trabalho parcialmente apresentado à ESAIQ - Piracicaba, SP - Brasil pelo primeiro autor, para obtenção do título de Doutor.

** Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia "Prof. Antonio Ruete" Jaboticabal, S.P., Brasil.

*** Departamento de Química, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, S.P., Brasil.

**** Seção de Classificação do Instituto Brasileiro do Café.

Corte Dos Santos *et al.* (12), estudando o efeito da umidade do ambiente na qualidade da bebida e na atividade de algumas enzimas, observaram que somente quando a umidade relativa do ar era de 50% havia um aumento na atividade da lipase

Segundo Oliveira (22), a atividade enzimática da PFO de grãos de *C. arábica* L. cv 'Mundo Novo', 'Caturai Amarelo' e 'Bourbon Amarelo' não diferem entre si quando submetidas ao mesmo tratamento; diferem quanto a locais de coleta, tipo de degomagem (alcalina e fermentação natural). A atividade enzimática de *C. deweyrei*, *C. canephora*, *C. arábica* e *C. liberica* diferem entre si e a atividade decresce com o tempo de armazenamento sendo que o decréscimo da atividade foi mais acentuada nas amostras que apresentavam maior atividade.

Amorim *et al.* (4, 5, 6, 7, 8, 20), em uma série de trabalhos publicados sobre química do café brasileiro, encontraram em síntese: amostras de café de diferentes qualidades de bebida não diferem quanto à carboidratos e fenóis solúveis totais, mas em café de bebida rio o teor de proteína solúvel, fenóis hidrolizáveis, atividades da PFO foram inferiores ao café de bebida mole. Observaram também queda na atividade da PFO com o armazenamento dos grãos. Finalmente, concluíram que o café rio sofreu reações hidrolíticas e oxidativas.

Arcilla e Valencia (10) observaram que a demora entre colheita e despulpamento, espécie de café, altitude de cultivo, temperatura de seca, o grau maturação, tempo de armazenamento e aplicações de Ethephon, afetam a qualidade da bebida e a atividade da PFO.

Devido ao número reduzido de amostras de café utilizadas nos trabalhos até então publicados, sobre a polifenoloxidase relacionada com qualidade da bebida, resolveu-se estudar essa atividade enzimática em maior número de amostras, de diferentes regiões, e incluir as enzimas peroxidase e catalase.

Materiais e métodos

Para o presente ensaio foram coletados, durante os meses de maio a setembro de 1969, aproximadamente 125 amostras de café 68/69, provenientes de regiões cafeicultoras do Estado de São Paulo e Zona da Mata de Minas Gerais. E, para se ter certeza de que as amostras de café de diferentes procedências ou de diferentes qualidades não fossem misturadas, prejudicando o ensaio, foram coletadas diretamente nas fazendas e armazéns de cooperativas.

Na obtenção dessas amostras, foi considerado o zoneamento do Estado de São Paulo realizado por Teixeira *et al.* (26).

As amostras foram inicialmente provadas pela equipe de degustadores especializados de Seção de Classificação e Degustação do Serac SP - 1 - IBC - São Paulo; selecionadas 35 amostras, sendo 7 de bebida "Mole",

7 de "Apenas mole", 7 de bebida "Dura", 7 de bebida "Riada" e 7 de bebida "Rio".

As amostras foram armazenadas em latas de alumínio com capacidade de 400 gramas e em temperatura ambiente.

Para obtenção do extrato, amostras de 30 gramas de grão de café cru foram pulverizadas à temperatura ambiente em moinho de facas de alta rotação, durante dois minutos, e em seguida utilizadas como fonte de enzimas. Do resultante da moagem, apenas a fração fina foi aproveitada e o restante descartado.

Determinação da atividade da polifenoloxidase (PFO). Do material acima descrito, duas gramas foram colocadas em almofariz contendo areia fina (30 - 40 'meshes') e 10 ml de solução tampão de fosfato de sódio 0,1 M, pH 7,0. Todo material usado era mantido gelado. O pó era então macerado por dois minutos, filtrado em pano de malha grossa e centrifugado por vinte minutos a 12.000 rpm, à temperatura de 0 - 4,0°C.

O sobrenadante assim obtido foi diluído e usado como fonte enzimática. A diluição do extrato final usado como fonte enzimática, foi feita segundo análises prévias de atividade do material usado. De acordo com a conveniência, esse extrato foi diluído nas proporções de 1:25, 1:50 e 1:100.

A mistura reativa era constituída de 5 ml de solução de L-Dopa, na concentração de 8 mg/10 ml (3,4 dihidroxifenilalanina da Nutricional Biochemical Corporation), segundo Ferreira e Amorim (16) e em solução tampão de fosfato de sódio pH 7,0 e 1 ml do extrato diluído. A determinação da absorbância foi feita em colorímetro Klett-Summerson, filtro 42, de dois em dois minutos. A mistura reativa foi mantida à temperatura de 36°C, durante a reação enzimática. Como controle, foram colocados dois tubos de ensaio, sendo um com apenas solução de Dopa e o outro com o respectivo extrato em solução tampão.

Na determinação da atividade da catalase o extrato enzimático foi obtido de maneira semelhante à do PFO, em pH 7,0, tampão fosfato de sódio M/15, segundo o processo descrito por Luck (18), cujas etapas podem ser resumidas na seguinte forma: Em um becker de 200 ml em banho de gelo-água foram colocados 40 ml de tampão fosfato M/15, pH 7,0, 50,0 ml de solução de água oxigenada 2% (Perydrol Merck) e 10 ml de extrato enzimático 1:10 (1 g de pó para 10 ml de tampão). Nos tempos 0,5, 1,0; 2,0; 4,0; 7,0 e 10 minutos foram retiradas da mesma reativa alíquotas de 10 ml e transferidas para tubos de centrífuga contendo 2 ml de solução ácido (40 g TCA + 100 ml H₂SO₄). Em seguida, centrifugadas a 3 000 rpm, durante 5 minutos. Do sobrenadante foram retirados 6 ml e transferidos para erlenmeyer contendo 2 ml de iodeto de potássio a 1%. O erlenmeyer era então fechado e colocado em ambiente refrigerado e escuro por vinte minutos, titulando-se em seguida com tiossulfato de sódio 0,05 N, até coloração amarelada. Posteriormente, foram adicionadas 2 gotas de solução de amido (1 g de

amido + 5 mg HgCl₂ em 500 ml de água) e completada a titulação até o desaparecimento da coloração azul. Os volumes de tiosulfato de sódio gastos eram, então anotadas para cálculos posteriores.

Na determinação da atividade da peroxidase: O extrato foi obtido em tampão fosfato de sódio pH 6,1 e 0,1 M à maneira usada na extração da PFO. A mistura reativa se constituía de: 0,5 ml de água oxigenada 0,01 M; 1,0 ml de pirogalol; 0,02 ml de extrato 1:50, o volume completo a 6,0 ml com solução tampão. Com a adição da água oxigenada, era iniciada a contagem do tempo, acompanhando-se a variação da absorbância no colorímetro Klett-Summerson filtro 47, de 15 em 15 segundos até 3 minutos. Como controle, substituiu-se a água oxigenada por solução tampão de fosfato. A reação foi processada à temperatura ambiente (25°C) e a determinação foi feita conforme Ferhrmann e Diamond (14), com algumas alterações

As determinações de nitrogênio total foram feitas em alíquotas de 1 ml do extrato pelo método de Kjeldahl com adaptações de Malavolta (19)

Resultados

Testes preliminares: Foram efetuados na determinação da atividade enzimática das enzimas estudadas, com a finalidade de se determinar a melhor concentração enzimática, tempo de incubação, etc. As Figuras 1 e 4 correspondem à atividade enzimática da polifenoloxidase, Figuras 2 e 5 correspondem à atividade

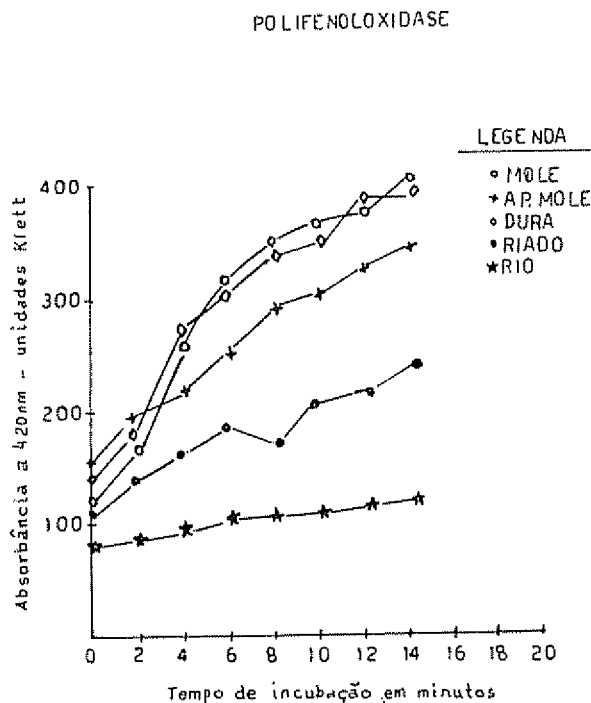


Fig. 1 — Cinética da reação enzimática da PFO dos grãos de café das várias qualidades de bebidas sobre 3,4 dihidroxifenilalanina. Escolha do intervalo ótimo de determinação da atividade.

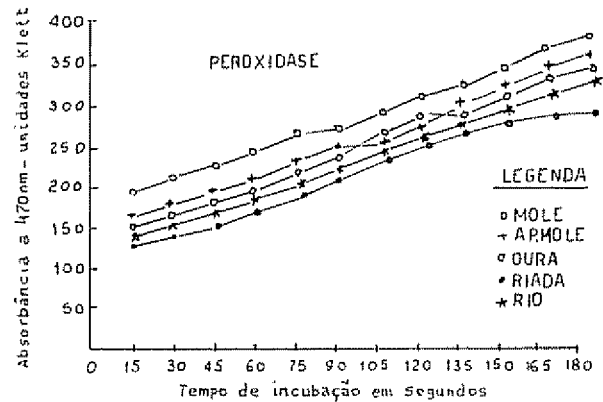


Fig. 2 — Cinética da reação da peroxidase dos grãos de café das várias qualidades de bebida sobre o pirogalol e água oxigenada.

enzimática da peroxidase, e a Figura 3 à atividade da enzima catalase. Actividade enzimática da Polifenoloxidase Quadro 1, apresenta valores obtidos na determinação da PFO.

Pela análise de variância, foram encontradas diferenças significativas ao nível de 1% entre os tratamentos (bebida mole, apenas mole, dura, riada e rio). Já o teste de médias (teste de Tukey) nos indica que apenas os tratamentos mole e rio são significativamente diferentes.

Com os valores observados, juntamente com as médias das provas de xícara (Quadro 2) foram feitos estudos de regressão e correlação.

O valor da correlação (r) encontrado entre a atividade da PFO e os valores médios das notas atribuídas à qualidade da bebida para cada amostra foi r = 0,488. A análise de variância mostra que há correlação entre

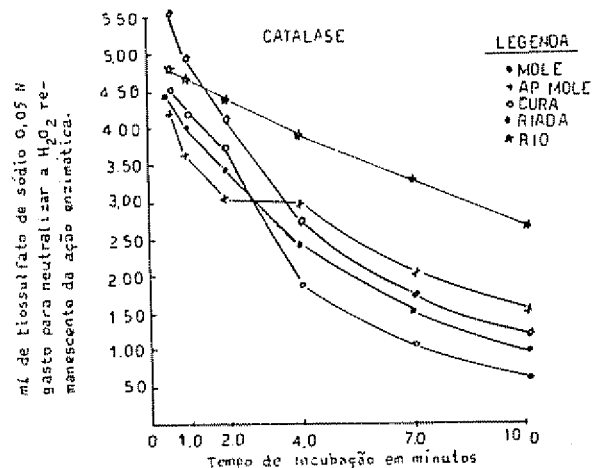


Fig. 3 — Cinética da reação da catalase de grãos de café das várias qualidades de bebida sobre a água oxigenada.

Quadro 1—Atividade específica do polifenoloxidase em amostras de grãos de bebidas padrões. Os valores correspondem a diferença de absorbância em unidades Klett, entre 0 e 6 minutos por minuto, por mg de nitrogênio proveniente do extrato adicionado a solução de DOPA.

Qualidade das bebidas	Blocos								Médias
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Mole	27,6	85,1	54,1	88,8	97,5	82,2	78,0		73,33 b
Apenas Mole	51,9	39,0	91,5	39,2	90,8	50,5	69,6		61,79 ab
Dura	65,4	25,5	42,5	39,7	40,1	20,1	81,0		44,84 ab
Riada	45,1	41,9	55,5	25,2	70,0	32,4	41,9		44,57 ab
Rio	22,0	13,1	61,0	32,4	12,9	22,9	61,8		32,30 a

C. V. = 38,7 %

D. M. S. = ao nível de 5 % = 31,31

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

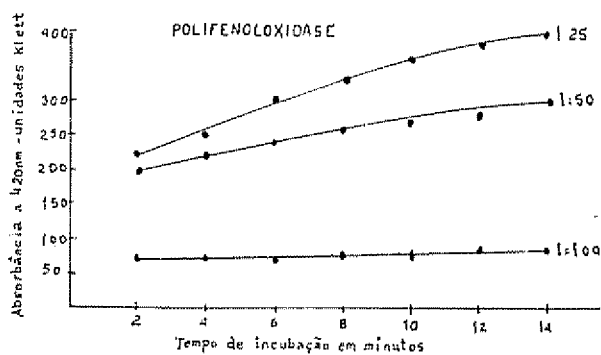


Fig. 4—Cinética da reação enzimática da PFO de grãos de café sobre 3,4 dihidroxifenilalanina. Escolha da concentração do extrato

os valores das notas atribuídas às várias bebidas padrões e a atividade da PFO. (Quadro 3).

Os valores médios da atividade da PFO e das notas de qualidade da bebida dos grãos de café estão distribuídos segundo uma reta, dada pela equação de regressão

$$y = 25,85 + 12,51 X$$

onde

y = corresponde a atividade específica da PFO e

x = corresponde a nota atribuída a qualidade da bebida.

Quadro 2—Valores médio obtidos pelas amostras classificadas como mole, apenas mole, dura, riada e rio. As notas foram atribuídas segundo escalas de valores proposta por Garruti e Conagin (17). Os valores correspondem à média de três degustadores em 6 provas efetuadas.

Qualidade das bebidas	Blocos								Médias
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Mole	3,87	3,78	3,67	3,33	3,28	3,61	3,44		3,57
Apenas Mole	3,33	3,11	2,72	2,55	3,00	2,83	2,67		2,89
Dura	1,89	2,22	2,22	2,05	2,11	2,28	1,67		2,06
Riada	1,00	1,50	0,89	1,44	0,89	1,67	1,00		1,20
Rio	0,39	0,50	0,61	0,44	0,50	0,55	0,50		0,47

Quadro 3—Análise de variância para testar o valor de "r"

Causas de Variação	GL	QM	F
Regressão linear	1	4893,68	10,30**
Desvio de regressão	33	175,02	
Total	34		

** = Significativo ao nível de 1%

Atividade específica da peroxidase Os resultados e os valores médios da atividade da enzima peroxidase estão no Quadro 4.

A análise de variância mostrou diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos (bebidas) e o teste de médias (Tukey) mostrou diferenças entre as médias das bebidas dura e rio.

Atividade específica da atalase No Quadro 5 são encontrados os valores obtidos com as amostras de cafés de bebidas padrões e as médias das atividades

A análise estatística dos resultados da atividade enzimática da catalase, de grãos de café de bebidas padrões, não mostrou diferenças significativas entre as bebidas padrões

Discussão

Embora para o estudo enzimático da polifenoloxidase de grãos de café, trabalhos de Amorim e Silva (1),

Quadro 4.—Atividade específica da peroxidase em amostras de grãos de café de bebidas padrões. Os valores correspondem a diferença de absorbância em unidades Klett entre 0,25 e 1,25 minutos por minuto e por mg de nitrogênio na mistura reativa.

Bebidas	Blocos							Médias
Mole	211,89	368,13	216,10	218,48	204,55	184,67	284,92	241,25 ab
Apenas Mole	268,96	354,16	240,93	235,89	227,60	214,12	240,21	254,59 ab
Dura	236,72	425,99	241,23	208,08	302,25	172,94	289,62	268,11 a
Riada	352,26	277,09	191,10	222,54	215,07	212,12	252,75	246,13 ab
Rio	301,58	93,08	175,50	127,85	174,54	125,16	246,30	177,72 b

C.V. = 23,03%

D.M.S. a 5% = 86,25

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

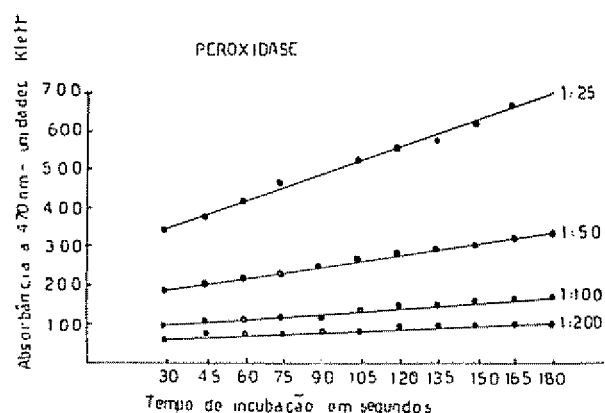


Fig. 5—Cinética da reação enzimática da peroxidase de grãos de café sobre o piragalol e água oxigenada. Escolha da concentração do extrato enzimático.

Ferreira e Amorim (15), tivessem determinado a atividade enzimática de 5 em 5 minutos num período de 30 minutos e Rotemberg e Iachan (24), de 3 em 3 minutos num período de 60 minutos, achamos de interesse fazer algumas modificações de acordo com as nossas condições de trabalho para a atividade da polifenoloxidase

Pelos resultados obtidos e pelas Figuras 1, 2 e 3, observou-se que os valores iniciais das reações catalizadas pelo PFO, catalase e peroxidase, seguiam uma cinética de primeira ordem. Levando-se também em consideração que as atividades são menos afetadas no início das reações por diversos fatores como produtos da reação, e desnaturação da enzima, achamos conveniente trabalhar com os resultados obtidos nos intervalos de 0,00 a 6,00 minutos para a PFO; 0,50 e 2,00 minutos para a catalase; e 0,25 e 1,25 minutos para a peroxidase.

Quadro 5 —Atividade específica do catalase em ostras de grãos de café das bebidas padrões Os valores correspondem a diferença de tiosulfato de sódio gasto entre 0,50 e 2,00 minutos, utilizados na neutralização do iodo liberado pela ação da água oxigenada remanescente após ação enzimática (atividade $\times 10^{-3}$), por minuto e mg de nitrogênio da mistura reativa.

Bebidas	Blocos							Médias
Mole	246	610	331	161	250	315	311	333
Apenas Mole	459	665	347	233	197	231	289	346
Dura	271	335	216	203	268	211	248	250
Riada	387	305	236	195	232	180	287	260
Rio	203	111	249	140	140	326	319	213

C.V. = 34,9 %

Com relação a concentração do extrato enzimático e a faixa ótima de leitura para o estudo da atividade enzimática, a fim de se conseguir maior uniformidade dos resultados, tivemos o cuidado de realizar testes preliminares para determinar as concentrações do extrato contendo PFO e peroxidase que produzissem leituras dentro da faixa de 100 a 400 unidades Klett de absorvância. No caso da determinação da atividade da catalase também se procurou uniformizar os resul-

tados, selecionando concentrações do extrato que na situação da mistura reativa consumia de 2,5 a 7,0 ml de tiosulfato de sódio a 0,05 N.

Amorim e Silva (1, 2), posteriormente Rotemberg Iachan (23) e Sanint e Valencia (25), já haviam constatado diferenças entre as atividades da polifenoloxidase das diversas qualidades de bebida, entretanto foi pequeno o número de amostras utilizadas. O estudo da correlação entre qualidade da bebida e atividade enzimática da PFO realizado com nossas amostras vieram confirmar essa expectativa. Diferença na atividade da PFO nas amostras de bebidas padrões também foram reveladas pelo teste de Fisher ao nível de 1% de probabilidade. Entretanto, trabalhando com amostragem de diferentes locais, o que provoca maior variabilidade dos resultados, só foi possível detectar diferença entre as bebidas mole e rio pelo teste Tukey.

Arcila e Valencia (10), Oliveira (22) observaram a influência de armazenamento, espécie de café, tipo de degomagem, temperatura de seca, demora entre colheita e despulpamento, grau de maturação sobre a atividade da PFO, o que pode explicar a variabilidade encontrada.

Contudo, o mecanismo e a relação da PFO com a qualidade da bebida ainda não está esclarecida, embora essa hipótese sobre sua inativação com fenóis formados pela ação das glicosidases tenha sido aventada (3).

As médias das atividades específicas para cada uma das bebidas padrões de café decresciam de 73,33 para a bebida mole a 32,30 para bebida rio.

Considerando os valores médios das 5 bebidas padrões de café, encontrou-se uma correlação entre a atividade da PFO e a qualidade da bebida, que pode ser expressa pela equação $y = 25,85 + 12,57 X$, onde

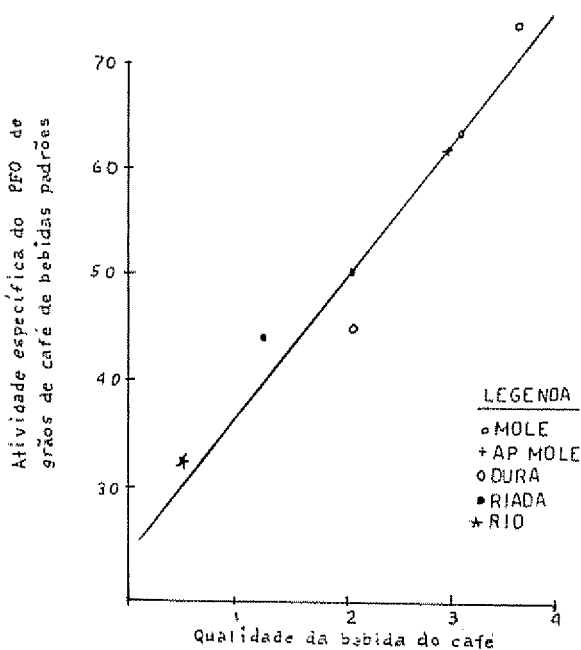


Fig. 6.—Representação da equação de regressão obtida com a média da atividade da PFO dos grãos de café das diversas bebidas e com as notas médias das qualidades dessas mesmas bebidas.

y corresponde à atividade específica da PFO nas condições do experimento e x ao valor das notas atribuídas à qualidade da bebida segundo Garrutti e Conagin (17).

A correlação para atividade da PFO e dos valores de qualidade da bebida apresentou-se significativa ao nível de 1%.

Na nossa revisão de literatura, não encontramos nenhum trabalho referente à atividade de Peroxidase em grãos de café. Tratando-se de uma enzima de classe das óxido-redutase como a polifenol oxidase, decidimos incluí-la nos testes preliminares.

Conforme se pode observar no Quadro 4 a atividade da peroxidase de grãos de café de qualidade de bebida diferente, apresentaram diferença estatística ao nível de 5%. Pelo teste de Tukey para as médias encontradas, obteve-se uma diferenciação do café de bebida dura e rio ao nível de 5%, o que parece uma indicação de que esse método de análise possa ser de interesse para distinguir as duas qualidades de café nas condições em que comumente se obtém essas amostras para análise.

Com relação aos dados obtidos no estudo da atividade da catalase (Quadro 5) a análise de variância não mostrou diferenças significativas entre os tipos de bebida, o que veio mostrar ao menos, que o processo não é promissor ao objetivo proposto no presente trabalho. Pois a atividade da catalase não deve estar relacionada com a qualidade da bebida do café, apesar de pertencer à mesma classe da enzima PFO.

Dado o elevado número de amostras de grãos de café preparados e conservados de formas distintas, coletados diretamente das fontes produtoras, os testes enzimáticos de qualificação de amostras de café podem servir como complementação da prova de degustação, levando-se em contra uma série de considerações

Conclusões

Em vista dos resultados obtidos durante a execução deste trabalho, parece razoável admitir as seguintes conclusões:

1. Embora tenha sido obtida uma correlação significativa entre a atividade da polifenoloxidase e a qualidade da bebida do café a análise estatística demonstrou que nas condições usadas apenas a atividade da PFO de grãos de bebida mole foi significativamente maior do que a bebida rio. A análise de regressão linear foi significativa a 1% e o valor de "r" foi de 0,488

2. Enquanto a análise estatística da atividade da catalase de grãos de café de diversos tipos de bebida de café; não apresentou diferenças, a peroxidase revelou diferenças entre a atividade de amostras de bebida dura e rio.

3. A atividade da PFO, catalase e peroxidase sempre foram menores nas amostras de bebida de café rio.

Resumo

O trabalho em questão teve como objetivo realizar um estudo das atividades enzimáticas da polifenoloxidase, peroxidase e catalase de amostras de grãos de café cru e corretioná-las com a qualidade da bebida, previamente avaliadas pelos degustadores da Seção de Classificação e Degustação do SERAC. SP - 1 - São Paulo.

As 35 amostras estudadas provieram de fazendas situadas em 27 municípios do Estado de São Paulo e de Minas Gerais, o que permitiu uma avaliação mais geral do que de trabalhos anteriores sobre o assunto.

Os resultados finais revelaram que as atividades da polifenoloxidase decresciam na mesma ordem de classificação pelos degustadores (Mole, Apenas Mole, Duro, Riado e Rio). Com relação à catalase e peroxidase os resultados não mostraram essa definida relação. Contudo foi possível perceber que a atividade das amostras qualificadas como bebida rio exibiam em média um valor bem mais baixo que os demais

Literatura citada

1. AMORIM, H. V. e SILVA, D. M., Relação da atividade da polifenoloxidase do grão de *Coffea arabica* L. com a qualidade da bebida. Piracicaba, ESALQ, 1968 16 p. (Boletim Técnico-Científico, 31)
2. ———, e SILVA, D. M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. *Nature (London)* 219: 381-382, 1968.
3. ———, MALAVOLTA, E., TEIXEIRA, A. A., CRUZ, V. F., MELO, M., GUERCIA, M. A., FOSSA, S., BREVIGLIERI, O., FERRARI, S. E., SALVA, D. M. Relationship between some organic compounds to Brazilian green coffee with the quality of the beverage. In: COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE QUÍMICA DE CAFÉ, 6º Bogotá, Colombia, junho, 1973.
4. ———, TEIXEIRA, A. A., BREVIGLIERI, O., CRUZ, V. F., MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage I. Carbohydrates. *Turrialba* 24(2):214-216, 1974
5. ———, TEIXEIRA, A. A., GUERCIO, M. A., CRUZ, V. F., MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee and quality of the beverage. II. Phenolic compounds. *Turrialba* 24(2): 217-221. 1974
6. ———, TEIXEIRA, A. A., MELO, M., CRUZ, V. F., MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. III. Soluble proteins. *Turrialba* 24(3): 304-308. 1974.
7. ———, TEIXEIRA, A. A., MELO, M., CRUZ, V. F., MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. IV. Electrophoresis of proteins in agarose and its interaction with chlorogenic acids. *Turrialba* 25(1):18-24. 1975

8. AMORIM, H. V., LEGENDRE M. G., AMORIM, V. I., ANGELO, A. J. St., ORY, R. L. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage VII, Total carbonils, activity of polyphenol oxidase, and hydroperoxides Turrialba 26(2): 193-195 1976
9. ANTUNES FILHO, H. A genética e a qualidade do café. Suplemento Agrícola de O Estado de São Paulo, 36:3. 1955.
10. ARCILA, J. P. e VALENCIA, G. A. Relación entre la actividad de la polifenol oxidasa (PFO) y las pruebas de catación como medidas de la calidad de la bebida del café. Cenicafé 26 (2):55-71. 1975
11. CALLE, H. V. Bom ou mau café? Boletim da Superintendência dos Serviços do Café, São Paulo, 354: 51-52, 1956
12. CORTE DOS SANTOS, A., HAHN, D., CAHAGNIER, C., DRAPON, R., GUILBOT, A., LEFEBVRE, J., MULTON, J. L., POISSON, J., TRENTESAUX, E. Etude de l'évolution de plusieurs caractéristiques d'un café arabica au cours d'un stockage expérimental effectué à cinq humidités relatives différentes. Café Cacao Thé 15:329-340, 1971
13. FAIRBANKS BARBOSA, L., PIMENTEL GOMES, F., PARREIRA, P., CAMPOS, H. de, CASTILHO, A. de, TEIXEIRA, A. A. Estudos preliminares sobre a prova de xícara de café São Paulo, Secretaria de Agricultura. 1962 38 p
14. FERHMANN, H. e DIAMOND, A. E. Peroxidase activity and Phytophthora resistance in different organs of the potato plant. Phytopathology 57:69-72, 1967.
15. FERREIRA, W. A. e AMORIM, H. V. Efeito da concentração do DOPA na atividade da polifenoloxidase em grãos de café. O Solo 62(2):13-14, 1970
16. FORSYTH, W. G. C. Physiological aspects of curing plant products. Annual Review of Plant Physiology, 15:443-450, 1964.
17. GARRUTI, R. S. e CONAGIN, A. G. Escala de Valores para a avaliação da Qualidade da Bebida de Café. Bragança 20:557-562. 1961.
18. LUCK, H. Methods of enzymatic analysis. New York, Academic Press, 1963 pp 885-894.
19. MAIAVOLTA, E. Práticas de Química orgânica e biológica Piracicaba, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 1957
20. MELO, M. e AMORIM, H. V. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. VI. U. V and visible spectral analysis and chlorogenic acids content on TCA soluble buffer extracts. Turrialba 25(3):243-248. 1975
21. MONACO, I. C. Qualidade da bebida. Suplemento Agrícola de O "Estado de São Paulo". 176:5, 1958.
22. OLIVEIRA, J. C. de. Relação da atividade enzimática do polifenoloxidase, peroxidase e catalase dos grãos de café e a qualidade da bebida. Tese de Doutorado ESALQ, USP Piracicaba, S. P., 1972, 80 p
23. ROTEMBERG, B. F. e IACHAN, A. Caracterização química das variedades de café bebida. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 22ª Salvador, 5-11 de julho, 1970. Resumos p. 396
24. ————— e IACHAN, A. Método químico automático para diferenciação de "café bebida". Revista Brasileira de Tecnologia 2(2):67-69, 1971.
25. SANINI, O. B. e VALENCIA, G. Actividad enzimática en el grano de café en relación con la calidad de la bebida. I. Duración de la fermentación. Cenicafé, (Colombia) 23:59-71, 1970.
26. TEIXEIRA, A. A., PIMENTEL GOMES, F., MORAES, R. S., CAMPOS, H. de. Zoneamento do Estado de São Paulo, por qualidade de bebida do café, São Paulo, IBC, 1968: 28 p.
27. —————. Classificação de Café. In: Simpósio sobre comercialização do café, São Paulo. Setembro, 1971.

NOTAS Y COMENTARIOS

Síntomas de virosis suprimidos por fungicidas

Las virosis de los cultivos son difíciles de tratar. Los métodos más comunes son usar semilla, a través de la cual no se transmite normalmente el virus, y mantener los cultivos libres de los animales viríferos, tales como los áfidos. Sin embargo, científicos en la Estación Experimental Nacional de Hortalizas, en Wellesbourne, Warwick, Inglaterra, han encontrado un tratamiento químico, normalmente usado contra los hongos, que elimina por completo los síntomas de la enfermedad por virus (*Annals of Applied Biology*, vol 84, p 31).

J. A. Tomlinson, en colaboración con E. M. Faithfull y C. M. Ward han explorado la posibilidad de usar carbendazina (Bavistin-BASF 3460 F) durante la prueba rutinaria de unos pocos productos conocidos por ser absorbidos por las plantas y por permanecer estables dentro de ellas. La carbendazina parecía particularmente interesante por ser un benzimidazol con propiedades hormonales, transportado por las plantas y que se sabía que inhibía el desarrollo de ciertos virus RNA de animales.

Tomlinson y colaboradores aplicaron el compuesto humedeciendo el suelo que tenía plantas de tabaco infectadas con el virus del mosaico del tabaco (TMV). Normalmente, el TMV causa una severo cuadro de mosaico amarillo y verde oscuro en las hojas y reduce su contenido de clorofila. En las plantas

regadas con carbendozina no se desarrollaron tales síntomas y las plantas se presentaron bastante saludables. Al ser analizadas, estas plantas de aspecto saludable pero infectadas con virus contenían tanto virus como las plantas sin tratamiento obviamente enfermas, pero los síntomas de la enfermedad fueron completamente suprimidos.

Experimentos similares fueron hechos con lechugas (cultivar 'Cobham Green') y un total de 0,1 g de carbendazina fue asperjado sobre lechugas antes y después de la infección con el virus amarillo occidental de la remolacha (BWYV). Cincuenta días más tarde, al momento normal de la cosecha, todas las plantas infectadas sin tratar estaban raquíticas y amarillas y sin valor comercial, mientras que todas aquellas regadas con carbendazina lucían aparentemente saludables y aceptables comercialmente. Nuevamente no se observó reducción en el contenido de virus de las plantas, sino una supresión completa de síntomas.

El mecanismo mediante el cual la carbendazina previene la expresión de los síntomas no es conocido, pero se sabe que los benzimidazoles pueden ligarse a las membranas de los cloroplastos y es probablemente esta característica lo que interfiere con el efecto de amarillento de los virus.

El trabajo señalado es interesante porque puede ayudar a aclarar la forma como se produce el amarillamiento de las hojas en su vejez. En el momento actual, el tratamiento indicado puede ser demasiado caro, y puede además presentar algún peligro al formarse un gran reservorio de plantas llenas de virus, aparentemente sanas, que pueden ser una fuente de infección a cultivos no protegidos.

Studies on the growth of *G. barbadense* cottons in India. II. Responses to environmental stresses^{*1/}

J. G. BHATT**, A. R. S. NATHAN**

COMPENDIO

Tres cultivares de *Gossypium barbadense*, 'Sujata', 'Suvin' y 'PSH' fueron sometidos a tensiones ambientales tales como horas reducidas de sol, altas temperaturas y fotoperíodo largo. Cuando las horas diarias de sol fueron reducidas a 3, se atrasó la floración de 10 a 15 días, se deprimió el crecimiento y decreció significativamente el rendimiento de algodón en rama. A excepción de 'Sujata', los otros dos crecieron satisfactoriamente en 6 horas diarias de sol, lo que indica que una situación que más o menos prevalece en la región central algodoneira de la India, puede no ser un factor limitante para su crecimiento.

Estos cultivares florecieron y maduraron temprano cuando se cultivaron en temperaturas más altas que lo normal en todo el ciclo, o durante los períodos de pre o posfloración. Las plantas fueron altas, hojosas, con mayor peso de tallos, y con peso de bellotas y rendimiento de algodón reducidos.

Los días largos solos atrasaron las floraciones significativamente, y aun en combinación con la temperatura produjeron un efecto similar. El incremento en crecimiento vegetativo fue debido principalmente a la temperatura alta. Los días largos y la temperatura alta, independientemente o en combinación, redujeron significativamente el peso de semilla y de fibra. Aunque 'PSH' y en cierto grado 'Suvin' mostraron resistencia a estas tensiones, su cultivo comercial en las zonas norteñas puede no ser practicable. Sin embargo, hay vastas áreas en las zonas central y sur donde pueden ser identificadas zonas muy apropiadas para su crecimiento balanceado y productividad ya que las condiciones climáticas en esas regiones no actuarán como factores limitantes a los que estos cultivares sean tolerantes, de tal manera que puede ser conseguida ulteriormente una autosuficiencia en algodones de fibras largas y extralargas. — Los autores.

Introduction

THE growth of cotton crops sown with rains in central and southern zones in India is adversely affected by cloudy weather and reduction in daily hours of sunshine until about the early flowering stage. It has been shown how changes in daily hours of sun-

shine during preflowering and postflowering phases of growth affect plant development and yield of two *Gossypium hirsutum* cultivars (2). Dastur (3) found that in northern zone higher air temperatures promoted luxuriant vegetative growth of *G. barbadense* cottons and along with long days suppressed the formation of fruiting branches.

Between latitudes 30° N to 32° N comprising the states of Panjab, Haryana and Rajasthan, cotton crops are sown in April-May in summer when days are long and both day and night temperatures are high. Though the failures of *G. barbadense* cottons in north zone have been attributed to long days and high temperatures, no

* Received for publication October 13th, 1976.

1/ We thank Mr. J. Saktharam Rao, Reader in Plant Physiology, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore for extending facilities for the conduct of several experiments reported here.

** Central Institute for Cotton Research, Regional Station, Coimbatore 641003, India.

experimental evidence pinpointing one or the other factor has been put forth so far. The studies here reported on the effects of sunshine hours, and long photoperiods and high temperatures were therefore undertaken with a view to find out how far the new *bambadense* varieties can possibly adapt themselves to higher latitudes.

The studies on plant development and yield of these cultivars have been recently reported (1).

Materials and Methods

Three cotton cultivars, 'Sujata', 'Suvin' and 'PSH', were raised in large pots adequately manured. There were ten plants, one in each pot per treatment. The procedure followed for the experiments on the effect of sunshine hours was the same as described earlier (2).

The normal day length at Coimbatore (latitude 11° N) in summer is about 12 hours and 30 minutes. To simulate the conditions in northern tracts extra photoperiod for 2 hours was given by 60 candle power tungsten lamps. The day length around latitude 31° N is little over 14 hours, and maximum temperatures may fluctuate between 41°C and 44°C during early growth of cotton. To create high temperature along with long photoperiods, plants were grown in glass chambers fitted with tungsten lamps and maximum and minimum thermometers. The experiments were conducted in summer from March onwards. To judge the effect of photoperiod, cv 'MCU-5' (*G. hirsutum* L.) which does not flower under long days was taken as check. It will be seen from Fig. 1 that day temperatures in glass chambers remained quite high up to the sixth week after germination and little higher thereafter. Both light and light + temperature treatments were discontinued after 11 weeks when untreated plants produced a few flowers.

The maximum temperature in glass chambers then fell and the differences between what should have been

in the north and in glass chambers, varied from 5°C to 7°C till the late bolling stages of growth. The minimum temperature on the other hand did not differ much till the 7th week, but fell in glass chambers subsequently and maintained a difference of about 4°C up to the 16th week. The glass chamber night temperatures were then steady around 21°C whereas those in northern areas began to fall rapidly with the onset of winter.

The effect of higher than normal temperature was studied by keeping potted plants in a glass house where day temperatures were adjusted to fluctuate between 43°C to 45°C. The night temperatures during the treatment were between 25°C to 27°C. The temperature treatment was continued until about the 70th day after germination when the control plants began to flower. Thereafter the plants developed under normal conditions along with the untreated plants.

Results

Effect of sunshine hours

When daily hours of sunshine were reduced to 3, the number of days required for square formation increased by 13 and 14 days respectively in 'Sujata' and 'Suvin'; but 'PSH' was late by 6 days only (Table 1). Similarly the square period of 'Sujata' and 'Suvin' increased by 26 and 31 days respectively with an increase of 13 days in the case of 'PSH'. When hours of sunshine were increased to 6 per day, 'Sujata' took about 6 more days to square and 'Suvin' took 2 more days than normal whereas 'PSH' was practically unaffected. Under 6 hours of sunshine the square period of the three cultivars remained more or less the same.

Reduction in sunshine hours affected the height of the plants (Table 2). 'Sujata' attained the maximum height under three hours treatment. Though the number of nodes increased equally in 'Sujata' and 'Suvin' the former had longer internodes. 'PSH' was comparatively less affected. The first fruiting node was raised by 6, 5 and 4 respectively in the three cultivars. The

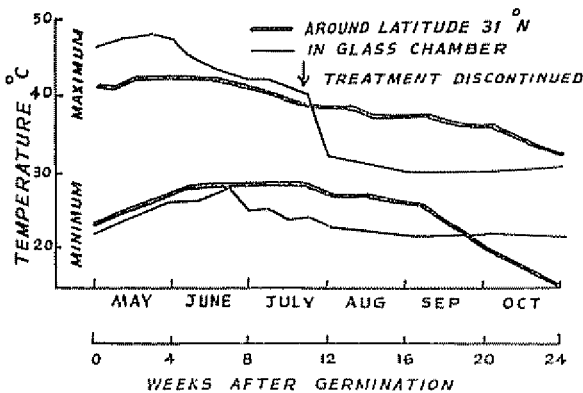


Fig. 1—Maximum and minimum temperatures around latitude 31° N and in glass chambers

Table 1.—Effect of sunshine hours on phases of growth

Variety	Normal hours		Three hours		Six hours	
	Days to square	Days to flower	Days to square	Days to flower	Days to square	Days to flower
Sujata	32.6	59.0	45.2	85.6	38.3	57.8
Suvin	31.1	55.3	46.1	87.8	33.4	54.1
PSH	31.0	52.0	37.2	65.5	32.2	53.0

Table 2.—Some growth characters per plant at maturity

Variety	Height cm	Number of nodes	First fruiting node	Number of sympodia	Weight of leaves g	Weight of stem g	Number of bolls	Seed cotton g
<i>Normal hours of sunshine</i>								
Sujata	67.0	23.5	8.5	12.0	13.4	60.0	6.5	20.2
Suvin	51.5	19.5	6.0	14.3	12.6	28.6	6.3	19.5
PSH	45.6	15.3	4.0	12.5	9.7	22.4	6.0	18.3
<i>Three hours of sunshine</i>								
Sujata	101.4	31.6	14.5	4.7	9.0	17.0	1.6	4.7
Suvin	64.2	31.6	11.5	6.5	6.5	17.5	1.5	5.0
PSH	59.1	25.0	8.5	6.5	8.5	13.9	1.0	2.9
<i>Six hours of sunshine</i>								
Sujata	57.5	14.5	9.0	6.0	8.8	29.4	3.1	10.3
Suvin	57.7	19.6	7.0	8.0	8.9	32.5	5.5	18.0
PSH	52.0	15.5	5.0	11.5	10.7	28.5	6.3	20.5
							S.E.	1.027
							C.D. at 1%	2.82

suppression of fruiting branches was greater in 'Sujata' whereas 'Suvin' and 'PSH' were more or less equally affected. The leaf weight decreased more in height and node number in 'Sujata' but increased inter nodal length in 'Suvin' and 'PSH' (Table 2). The first fruiting node was raised by one only. Both 'Sujata' and 'Suvin' suffered from reduction in number of sympodia but 'PSH' was nearly unaffected. The leaf and stem weight in 'Sujata' and leaf weight in 'Suvin' also decreased under this treatment. The stem weight of 'Suvin' and 'PSH' increased when compared with normal hours of sunshine. Except 'Sujata' where it was halved, the boll setting in the other two varieties was unaffected.

The daily six hours of Sunshine also decreased the 'Suvin' followed by 'Sujata', but 'PSH' showed only slight decrease. The stem weight of 'Sujata' was reduced rather drastically when compared with 'Suvin' and 'PSH'. The three hour Sunshine treatment reduced boll production to 1.5 to 1.0 bolls per plant.

The yield of seed cotton was reduced significantly in all the varieties under three hours sunshine treatment, and also under six hours treatment in 'Sujata'. 'Suvin' and 'PSH' gave practically the same yield and appeared to be tolerant to reduction in sunshine hours to six so far as production is concerned.

Table 3.—Effect of higher than normal temperature on some growth characters per plant var. Suvin.

Treatment	Days to square	Square period	Boll period	Height cm	Bolls set	Weight of leaves and stem (g)	Boll weight (g)	Yield of seed cotton (g)
Normal temperature	40.5	26.5	48.2	116.2	9.1	102.9	3.1	24.5
Higher than normal temperature upto initial flowering	34.6	20.5	40.2	143.0	8.7	146.3	1.5	10.6



Fig 2—The effect of high day temperatures on plant height at flowering. From left to right are Sujata, Suvin and PSH. 1 = untreated, 2 = high temperature treatment.

It was also found that reduction in sunshine hours either before the onset of flowering or after flowering significantly reduced production of dry matter and the yield of seed cotton in these varieties.

Effect of higher than normal temperature

The treated plants formed squares early and their square and boll periods were also reduced considerably (Table 3). At maturity the treated plants were taller and the leaf and stem weights were much higher than the normal plants. The effect of high temperatures on plant-height at flowering has been shown in Figure 2. There was marked increase in the height of the three varieties, the maximum being in 'Sujata'.

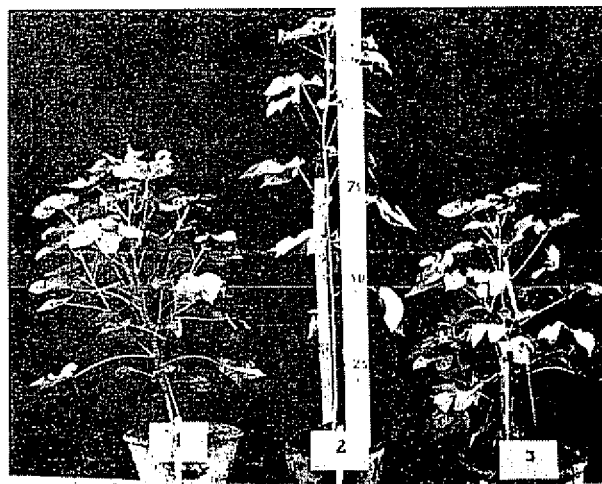


Fig 3—The effect of long photoperiod on flowering of 1) MCU-5, 2) Sujata, 3) Suvin.

The treatment did not affect the number of bolls set. But the boll weight and the yield of seed cotton were appreciably reduced. Both 'Sujata' and 'PSH' responded in a more or less similar manner as 'Suvin'. The high temperature treatments throughout the life cycle or during post flowering phase produced tall leafy plants with more of stem weight and their boll weights and yield were appreciably reduced.

Effect of photoperiod and temperature

The extended photoperiod delayed square initiation significantly in the three varieties (Table 4). The combined effect of long day and high temperature

Table 4.—Effect on square initiation

Treatment	Days to square			Square period (days)		
	Sujata	Suvin	PSH	Sujata	Suvin	PSH
Control	43.3	40.6	34.3	27.7	28.0	23.3
Long day	46.3	43.3	38.3	42.0	30.6	24.3
Long day + High temperature	57.0	42.0	40.6	29.5	28.5	26.3
S.E.	0.408	0.223	0.161	0.465	0.456	0.342
C.D. at 5%	1.601	0.878	0.631	1.825	1.790	1.342
	S.E.	C.D. at 1%		S.E.	C.D. at 1%	
V ₁ vs V ₂	0.658	2.432		0.921	3.414	
V ₁ vs V ₃	0.620	2.983		0.815	3.021	
V ₂ vs V ₃	0.390	1.441		0.806	2.987	

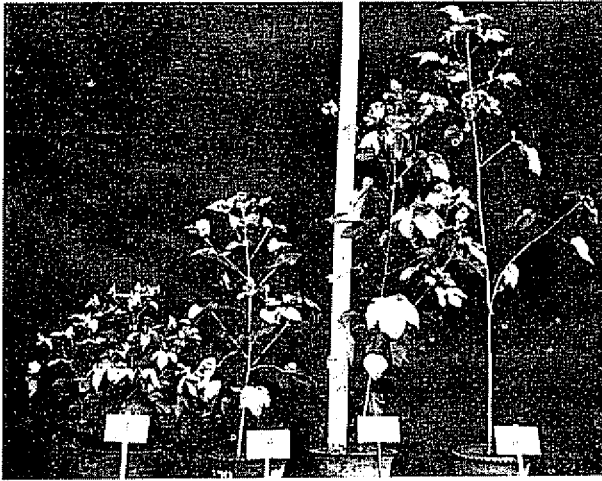


Fig. 4.—The effects of light and temperature on cv. 'Suvin'. 1) Control. 2) long days. 3) higher temperature. 4) long days and higher temperature.

was to further delay square initiation which was comparatively the longest in 'Sujata' followed by 'PSH' whereas 'Suvin' was delayed by two days only.

The long days enhanced square period of 'Sujata' by about a fortnight, but in 'Suvin' and 'PSH' it increased by a day or two only. A combination of day length and high temperature nearly nullified the effect of light alone in 'Sujata', had no effect on 'Suvin' but delayed square period of 'PSH' by 3 days.

Both the treatments delayed flowering significantly (Table 5). Under long days, 'Sujata' took 17 days more to flower than under normal day length, compared with about 5 days more in 'Suvin' and 'PSH'.

The combined effect of light and temperature reduced the time to flower by 2 days in 'Sujata' and 3 days in 'Suvin' but increased the same by 4 days in 'PSH' when compared with long days alone. The three varieties thus responded differentially to the two treatments; 'PSH' being earlier than 'Sujata' and 'Suvin'.

The long days alone did not push up so much the first fruiting node of 'Sujata' but those of 'Suvin' and 'PSH' were raised by over 2 nodes. High temperature and long days together made 'Sujata' to flower at the 15th node when compared with the 10th node under long day treatment alone whereas 'Suvin' and 'PSH' were affected insignificantly.

It will be seen from Figure 3 how long photoperiods affected flowering. In plant No. 1 which is 'MCU-5' (*G. hirsutum* L.) and taken as check, not even a square was produced under continuous long photoperiods. Under similar conditions, 'Sujata' (plant No. 2) had few squares about to be opened into flowers, but 'Suvin' had flowered earlier (plant No. 3). Also note increase in height of 'Sujata' under long days.

The plants of 'Suvin' under the three treatments at the advanced stage of flowering have been shown in Figure 4. The height increased under long day conditions. The high temperature treatment alone was mainly responsible for abnormal increase in height though light in combination with high temperature increased it still further. 'Sujata' and 'PSH' were more or less similarly affected by these treatments.

The other growth characters were recorded at maturity and are given in Table 6 and 7.

Under long days the production of fruiting branches was not affected significantly though 'Suvin' recorded

Table 5.—Effect on flowering and first fruiting node.

Treatment	Days to flower			First fruiting node		
	Sujata	Suvin	PSH	Sujata	Suvin	PSH
Control	71.0	68.6	57.6	9.0	5.8	4.3
Long day	88.3	74.0	62.6	10.3	8.5	6.6
Long day + high temperature	86.3	70.3	67.0	15.3	8.8	7.6
S. E.	0.508	0.524	0.842	0.216	0.526	0.377
C. D. at 5%	1.994	2.056	3.505	0.848	2.064	1.479
	S. E.	C. D. at 1%		S. E.	C. D. at 1%	
V ₁ vs. V ₂	1.032	2.526		0.807	2.991	
V ₁ vs. V ₃	1.394	3.411		0.615	2.279	
V ₂ vs. V ₃	1.381	3.379		0.916	3.395	

Table 6.—Effect on the production of sympodia and bolls per plant.

Treatment	Sympodial branches			Bolls		
	Sujata	Suvin	PSH	Sujata	Suvin	PSH
Control	9.3	12.6	13.1	3.0	3.4	3.8
Long day	10.3	15.3	12.1	5.1	4.1	4.8
Long day + high temperature	15.3	16.6	10.0	2.6	3.1	4.1
S. E.	0.394	0.806	0.258	0.076	0.108	0.064
C. D. at 5%	1.546	3.163	1.101	0.299	0.424	0.254
	S. E.	C. D. at 1%		S. E.	C. D. at 1%	
V ₁ vs. V ₂	1.269	4.704		0.187	0.693	
V ₁ vs. V ₃	0.666	2.468		0.141	0.522	
V ₂ vs. V ₃	1.196	4.434		0.178	0.659	

numerical increase. In combination with light high temperature however, effected significant increase in 'Sujata' and 'Suvin', and a decrease in 'PSH' (Table 6).

The long days alone enhanced boll production but when combined with high temperature reduced boll number in Sujata without adversely affecting 'Suvin' and 'PSH'.

The weight of leaves was slightly affected by long days in 'Sujata', decreased significantly in 'Suvin' and was unaffected in 'PSH' (Table 7). The long days and temperature increased the leaf weight to one and a

half times in 'Sujata', doubled it to what it was when light alone was given in 'Suvin' whereas 'PSH' was not influenced.

The weight of stem was more or less similarly affected as the leaf weight except that long day treatment reduced it to less than half when compared with the control.

Effect on leaf area and leaf-expansion

The total leaf area per plant at different stages of growth as affected by thermophotoperiodic treatments

Table 7.—Effect on weight of leaves and stem.

Treatment	Weight of leaves (g)			Weight of stem (g)		
	Sujata	Suvin	PSH	Sujata	Suvin	PSH
Control	7.9	7.2	6.6	20.6	23.2	13.6
Long day	8.8	5.0	6.3	25.7	13.5	5.7
Long day + high temperature	12.8	10.1	6.7	38.0	28.3	14.7
S. E.	0.086	0.208	0.195	0.479	0.527	0.949
C. D. at 5%	0.339	0.816	0.765	1.880	2.068	3.689
	S. E.	C. D. at 5%		S. E.	C. D. at 5%	
V ₁ vs. V ₂	0.319	1.182		1.007	3.733	
V ₁ vs. V ₃	0.302	1.119		1.503	5.571	
V ₂ vs. V ₃	0.103	1.493		1.535	5.690	

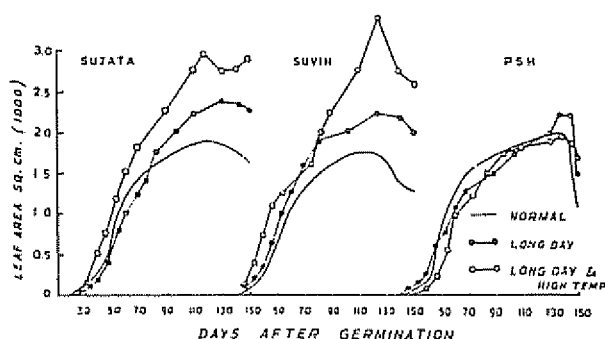


Fig. 5.—The effects of thermophotoperiodic treatments on leaf area.

have been shown in Figure 5. The light and temperature combination increased the leaf area from the beginning in 'Sujata' and 'Suvini'. The effect of long days was more perceptible after flowering. At the later stages the early treatment of long days along with high temperature increased the leaf area more rapidly than long days alone in 'Sujata' as well as in 'Suvini'. It was remarkable that these treatments were practically ineffective in 'PSH'.

As the cotton plant produces main stem leaves as well as sympodial leaves, it would be interesting to know how expansion of these leaves was affected by thermophotoperiodic treatments. As a typical case the relative rates of expansion can be judged from Figure 6, where these changes in the case of 'Sujata' have been shown. The main stem leaf expanded rapidly for the first 20 days and the rate comparatively was little slowed down but remained constant for the following 40 days, decreased a little for another 20 days, and subsequently showed no change under normal conditions. For the first fortnight long day treatment singly as well as in combination with high temperature expanded main stem leaf with equal rapidity to over one and a half times than the untreated leaf.

Subsequently expansion under long day treatment was at more or less the same rate as the control until the 80th day of their emergence whence further expansion occurred in the former. The leaf-expansion was still rapid when day length combined with high temperature and continued to be higher till 105th day.

When compared with the control and long day treatments, the high temperature cum-long day treatment delayed expansion of the sympodial leaf till about 40th day. The treatments had no effect upto the 80th day when further expansion of the untreated leaf nearly stopped. After the 80th day the long day treatment was also ineffective but its combination with high

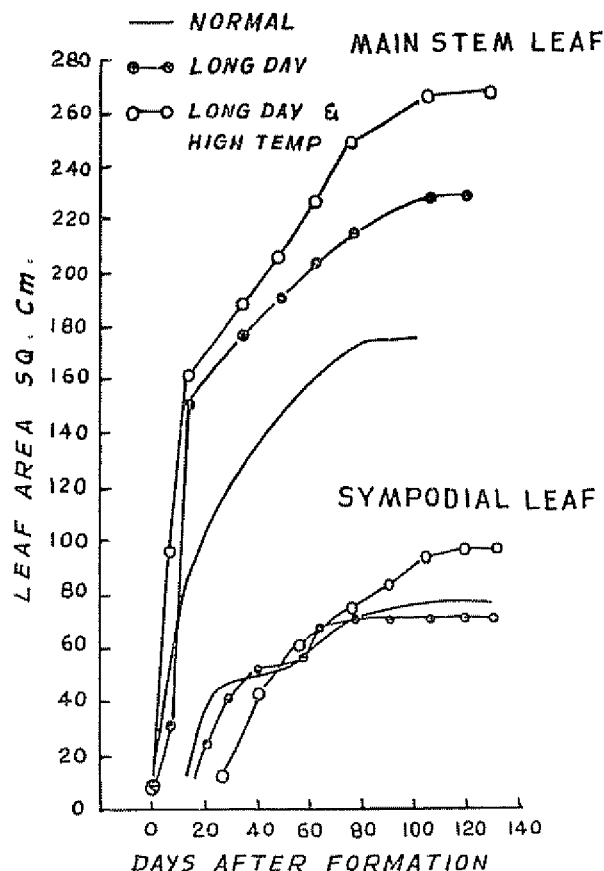


Fig. 6.—The effects of thermophotoperiodic treatments on leaf expansion of 'Sujata'.

temperature continued to expand the leaves upto 120th day after their formation.

The two treatments reduced the boll weight significantly (Table 8). The reduction in boll weight was more when long day and high temperature were combined.

There was significant increase in yield of seed cotton in the three varieties under long day conditions. Both long day and high temperatures together reduced the yield of 'Sujata' to nearly half and that of 'Suvini' to about 3/4 the yield of untreated plants. It was noteworthy that this treatment had no effect on the yielding capacity of the cultivar 'PSH'.

The weight of seeds as well as lint decreased under the two treatments (Table 9). 'Sujata' suffered more from losses in seed and lint weight.

The lint weight of 'Suvini' was just significantly reduced under the combined treatment of long days and higher temperatures but this stress did not appear to affect the lint yield of 'PSH' though its seed weight was nearly halved.

Table 8.—Effect on boll weight and yield of seed cotton.

Treatment	Boll weight (g)			Seed cotton (g)		
	Sujata	Suin	PSH	Sujata	Suin	PSH
Control	3.3	3.4	3.3	8.0	10.0	8.1
Long day	2.1	3.0	2.5	11.1	12.3	11.6
Long day + high temperature	1.7	2.5	2.4	4.2	7.0	8.2
S. E	0.028	0.057	0.026	0.180	0.339	0.106
C. D. at 5%	0.113	0.226	0.103	0.707	1.132	0.416
	<i>S E</i>	<i>C D at 1%</i>		<i>S E</i>	<i>C D at 1%</i>	
V ₁ vs. V ₂	0.091	0.338		0.543	2.013	
V ₁ vs. V ₃	0.055	0.205		0.295	1.094	
V ₂ vs. V ₃	0.089	0.333		0.502	1.860	

The late formed bolls also recorded lower boll weights. Thus even though the treatments were discontinued after flowering, the stress experienced earlier was reflected in boll growth.

Discussion

The importance of bright weather and adequate hours of sunshine has long been recognised as a major factor influencing the growth of cotton. In Karnataka, Dastur and Narsimhachar (5) found summer

crops of *G. barbadense* cotton to grow and yield better than the winter crops. Except the north zone, most of the cotton sowings in India are done from June to July after the onset of south-west monsoon. The day temperatures do not rise above 33°C during the vegetative phase and the day length is not long enough to prevent flowering of even the short day plant like 'MCU-5'. Under these conditions the cotton plant produces subnormal vegetative structure and picks up growth only by mid-September with the return of bright weather (4). Thus for the cotton plant to give economic returns, it should produce enough growth under the

Table 9.—Effect on the weight of seeds and lint

Treatment	Weight of seeds (g)			Weight of lint (g)		
	Sujata	Suin	PSH	Sujata	Suin	PSH
Control	2.3	2.1	2.1	1.0	1.3	1.2
Long day	1.3	1.6	1.5	0.9	1.4	1.0
Long day + high temperature	0.9	1.4	1.1	0.8	1.1	1.2
S. E	0.050	0.029	0.091	0.019	0.040	0.064
C. D. at 5%	0.196	0.113	0.357	0.075	0.160	0.254
	<i>S E</i>	<i>C D at 1%</i>		<i>S E</i>	<i>C D at 1%</i>	
V ₁ vs. V ₂	0.081	0.303		0.063	0.237	
V ₁ vs. V ₃	0.147	0.545		0.295	0.354	
V ₂ vs. V ₃	0.135	0.500		0.131	0.486	

conditions of low light and reduced hours of sunshine. Among the three cultivars, 'Suvin' and 'PSH' produced sufficient dry matter and gave practically the same number of bolls and seed cotton yield under six hours of sunshine as under normal conditions. During the monsoon months there are periods of bright sunshine throughout the day and at times for 2 to 6 days in succession there will be no sunlight. The experiments indicated that varieties like 'Suvin' and 'PSH' are likely to put up good growth under similar conditions.

Under higher than normal temperatures the plants flowered early as the periods for square initiation and square to flower formation were reduced. This is in agreement with the early findings on *G. barbadense* cottons by several workers (3, 6, 8, 9). This treatment also reduced boll period and boll weight, and increased the height and total dry matter.

Though there were varietal differences in flowering when long days or long days and high temperature were imposed as treatments, long days alone delayed flowering significantly. The cultivar 'PSH' however behaved little differently. Lewis and Richmond (7) have shown that flowering in *G. barbadense* is under gene control. The combination of long photoperiod and high temperature reduced the time taken for flowering in 'Sujata' by 2 days and in 'Suvin' by 3 days, but further delayed it in 'PSH' by 4 days, when compared with long days alone. This supports the observations made by Waddle, as quoted by Lewis and Richmond (7) that in a physiological system the genes operating under a certain day length are operative only when other environmental factors such as temperature are interacting in such a manner as to permit their expression. Among the three cultivars comparatively early flowering of 'PSH' may be attributed to its day-neutral parent 'Pima'.

The increase in vegetative growth which made the plants extra tall, leafy and spreading was brought about more by temperature. Because similar effects were produced when temperature treatment alone was given or when it combined with long days. The long days alone or in combination with high temperature significantly reduced the seed and lint weight in 'Sujata' and 'Suvin' whereas these treatments had no effect on the lint weight of 'PSH'. In the northern zone boll weights of even *G. hirsutum* cottons range from 3.0 g. to 3.3 g. In the present experiments the late formed bolls also recorded lower boll weights. Thus long photoperiods as well as high temperatures independently contributed to reduction in boll weight and the stress so experienced by the plant continues to operate till late flowering and bolling, even long after considerable reduction in day length and temperature.

'Sujata', which is a selection from Egyptian 'Karnak', could not adjust so much to several environmental stresses to which it was subjected. Only the indigenously bred varieties 'Suvin' and 'PSH' appeared to withstand more the effects of low light and reduced

hours of sunshine, long photoperiods and high temperatures. By proper adjustments in their dates of sowing and plant population there should be no difficulty in growing 'Suvin' and 'PSH' in different agro-climatic areas in central and southern zones. Successful performances of 'Suvin' in the farms of progressive growers in the states of Andhra, Karnataka, Maharashtra and even between the latitudes 24°N and 25°N in southern Rajasthan in the north lends support to this approach.

The yield of seed cotton per hectare in these tracts varied from 25 to 39 quintals.* The high temperature stress given to these varieties was in fact more than normally experienced in the northern zone. The major defects that the northern environment produces on growth are an abnormally bushy vegetative structure and reduction in boll weight. The former reduces the plant efficiency and the latter adversely affects the yield of seed cotton. Therefore, even though the cultivars like 'Suvin' and 'PSH' may prove successful in small scale trials, their commercial cultivation in the north cannot be feasible. In fact it is not necessary that such quality cottons should be grown under extreme environmental stresses when vast areas elsewhere in India are available for their successful cultivation.

The annual requirements of 0.4 to 0.5 million bales of quality cottons met with through imports can be easily substituted under extra-long staple category (0.1 million bales and over) by growing 'Suvin'. The remaining quantities of long staple cotton will not be difficult to produce through types like 'PSH'.

Summary

The three varieties Sujata, Suvin and PSH were subjected to environmental stresses such as reduced hours of sunshine, high temperature and long photoperiod.

When daily hours of sunshine were reduced to 3, flowering was delayed by 10 to 15 days, growth was depressed and the yield of seed cotton decreased significantly. Except 'Sujata', the other two varieties grew satisfactorily under 6 hours of daily sunshine indicating that more or less a similar situation prevailing in the central cotton growing zone may not be a limiting factor for their growth.

These cultivars flowered and matured early when grown under higher than normal temperatures throughout, or during pre or post flowering stages. The plants were tall, leafy with more of stem weight, and their boll weights and yield were much reduced.

The long days alone delayed flowering significantly, and even in combination with temperature produced similar effect. The increase in vegetative growth was mainly due to high temperature. The long days and

* 1 quintal = 112 pounds = 50.8 kg.

high temperature independently or in combination significantly reduced the seed and lint weight. Though 'PSH' and to certain extent 'Savin' appeared to withstand these stresses, their commercial cultivation in the northern tracts may not be practicable. However, there are vast areas in central and southern zones where pockets most suitable for their balanced growth and productivity can be identified as weather conditions in these regions will not act so much as limiting factors to which these types are tolerant so that self sufficiency in long and extra-long stapled cottons can ultimately be achieved

Literature cited

1. BHATT, J. G., and NATHAN, A. R. S. Studies on the growth of *G. barbadense* cottons in India. I. Plant developments and yield of seed cotton. Turrialba 26: 403-408. 1976
2. ———, and RAMANUJAM, T. Responses of the cotton plant to variations in the intensities of natural light. Turrialba 25:440-444. 1975
3. DASTUR, R. H. Growth studies on Sea Island (Barbados) cottons under Punjab and Sind conditions to determine the causes of their low yields. Indian Cotton Growing Review 3: 121-134. 1919
4. ——— and BHATT, J. G. Effect of chemical hormones on carbohydrate and nitrogen contents of the cotton plant. Indian Journal of Agricultural Science, 26:39-79. 1956
5. ——— and NARSIMHACHAR, S. G. Studies on growth and yield of Egyptian cotton under irrigated conditions in Mysore. II. The effect of manuring on morphological and reproductive characters. Indian Journal of Agricultural Science 32: 129-140. 1962
6. FEASTER, C. V., and TURCOTTE, E. L. Fruiting height response: a consideration in varietal improvement of Pima cotton, *Gossypium barbadense* L. Crop Science 5: 460-464. 1965.
7. LEWIS, C. F. and RICHMOND, T. R. The genetics of flowering responses in cotton. II. Inheritance of flowering response in a *Gossypium barbadense* cross. Genetics 45: 79-85. 1960
8. MAUNEY, J. R. Floral initiation of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. in response to temperature. Journal of Experimental Botany 17: 452-459. 1966.
9. ——— and PHILIPS, L. L. Influence of day length and temperature on flowering of *Gossypium*. Botanical Gazette 124: 278-283. 1963

NOTAS Y COMENTARIOS

Publicaciones

Revista Centroamericana de Nutrición y Ciencias de Alimentos. Con este nombre se inició una publicación trimestral del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). El segundo número, que es el que tenemos a la vista, correspondiente a abril-junio 1976, tiene un artículo de investigación, "Nutrición, ciclo vital y desarrollo humano", de 15 páginas pero con numeración en números romanos (como si fuera una introducción). Después continúa la publicación de los programas del INCAP que abarcan en este número las políticas nacionales de alimentación y el programa de dietas.

Producción Animal Tropical. Editado por el Consejo Estatal del Azúcar, de la República Dominicana, ha aparecido en 1976 la revista *Producción Animal Tropical*, dedicada principalmente a los problemas de la producción de los rumiantes en el trópico húmedo. El primer número tiene una revisión de literatura de T. R. Preston (redactor en jefe) sobre caña de azúcar y producción bovina y los resúmenes de los trabajos presentados en la Primera Reunión Anual del Centro Dominicano de Investigación Pecuaria con Caña de Azúcar. Al parecer, la revista, desde el segundo número, ha pasado a ser un condominio de CEAGANA (Rep. Dominicana) y

CIEG (México). La periodicidad es cuatrimestral y la dirección en México es: Centro de Investigación y Experimentación Ganadera, Calle Alvaro Obregón 27, Chetumal, Q. R., México.

Venezuela Forestal. La Compañía Nacional de Reforestación (CONARE), organismo oficial autónomo de Venezuela, ha comenzado a publicar una revista trimestral, *Venezuela Forestal*. El primer número, que tiene fecha setiembre de 1976 tiene artículos sobre el *Pinus caribaea*, y sobre el cáncer del eucalipto (de I. Golfari). La dirección es: Avenida Andrés Bello, Edificio Andrés Bello, 7° piso, Torre Oeste N° 73-0, Caracas.

Selecciones de Reseñas de Libros. La Biblioteca y Servicios de Información del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha iniciado un servicio para sus usuarios, *Selecciones de Reseñas de Libros*, con el fin de mantenerlos al día en lo que se refiere a los libros que van apareciendo en el mundo. Consiste en reproducciones completas de reseñas seleccionadas de las revistas que llegan al CIAT. Se publica cada dos meses en fascículos dedicados a ciencias agrícolas, ciencias pecuarias y ciencias sociales, esta última auspiciada por el CEDEAL (Centro de Documentación Económica de América Latina). El número que hemos recibido, de Ciencias Sociales, abarca además de economía de la agricultura, asistencia económica, inflación, precios agrícolas, desarrollo, temas auxiliares como métodos estadísticos, diseños experimentales, econometría, programación, modelos económicos e investigación operativa.

Análisis micromorfológico de dos perfiles de suelo de la zona árida de la Isla Santa Fe, Galápagos, Ecuador*1/

HECTOR J. M. MORRAS**

ABSTRACT

Two soils profiles developed on basalt on the arid zone of Santa Fe Island, Galapagos, were characterized through their morphological and micromorphological description and some analytical data.

Profile SF I is classified as Inceptisol and profile SF IV as Alfisol, the different degree of evolution observed in both profiles is related to their topographic situation. Considering the present climate of the arid zone, the presence of these soils suggests an ancient soil development under pluvial climatic conditions. — The author.

Introducción

La llamada "zona árida" de la Isla Santa Fe, o Barrington, Galapagos, corresponde a la franja costera de la isla cuya vegetación se compone principalmente de hierbas xerofíticas y líquenes, sobre los que se destacan ciertas cactáceas y plantas arborescentes como *Opuntia echios barringtonensis* y *Bursera graveolens*.

Según lo establecido por Laruelle (6) para la vecina Isla Santa Cruz, la zona árida se extendería desde el nivel del mar hasta una altitud aproximada de 100-120 m. Según datos climatológicos obtenidos en esta isla, las precipitaciones de la zona mencionada alcanzan 495 mm anuales distribuidos entre enero y abril, y la temperatura media anual oscila entre 22° y 24°C. En consecuencia, según hacen notar Eswaran *et al* (5) correspondería clasificar a este clima como el tipo semiárido.

Los suelos de la zona considerada (6) son en general de tipo litosólico, superficiales o desarrollados intersticialmente en la roca basáltica y cuya profundidad no sobrepasa los 5 cm. Sin embargo, otro tipo de suelos más profundos, morfológicamente bien desarrollados,

generalmente arcillosos y de coloración parda o pardorrojiza (7,5 YR - 5 YR) se presentan localmente y confinados a áreas bien delimitadas. Estos suelos se encuentran altimétricamente a diferentes niveles, pero siempre ubicados en una zona plana aunque la misma sea de superficie reducida.

El propósito del presente trabajo es el de contribuir al conocimiento de la génesis de los suelos de la zona árida de la Isla Santa Fe, realizando el análisis de los procesos pedogenéticos con base en los datos de las observaciones micromorfológicas.

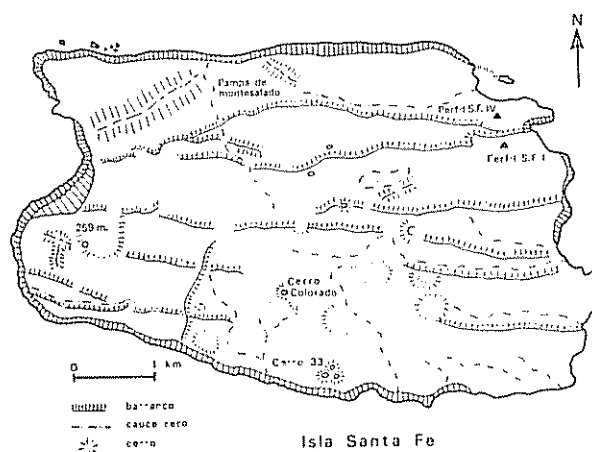


Fig 1 — Isla Santa Fe, según mapa de la Estación Biológica Charles Darwin, Galápagos, y ubicación probable de los perfiles S F I y S F IV

* Recibido para la publicación el 12 de junio de 1975

1/ El autor desea expresar su agradecimiento al Prof. R. Tavernier (International Training Centre, Gent, Bélgica) y al Prof. G. Stoops (Geologisch Instituut, Gent, Bélgica) por haber proporcionado el material y los medios necesarios para la realización del presente trabajo. Agradece asimismo a la Estación Biológica Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos, por haber facilitado el mapa de la Isla Santa Fe.

** Becario del International Training Centre, State University of Ghent. Dirección actual: Fondation Argentine; CIVP; 27 Bd Jourdan; 75690 Paris, Francia

Material y métodos

Los perfiles de suelo S.F.I. y S.F.IV fueron muestreados por el Dr. J. Laruelle como parte del "Galapagos International Science Project 1964". (Fig. 1). Un estudio sobre los oligoelementos de estos perfiles fue realizado por Laruelle y Stoops (8).

Los análisis físicos y químicos de las muestras disponibles fueron realizados en los laboratorios del International Training Centre, Gent (Bélgica). Los cortes delgados de suelo fueron preparados según el método mencionado por Laruelle (7), realizándose el estudio micromorfológico según el sistema propuesto por Brewer (2) y la descripción de la microestructura según Beckman y Geyger (1). La clasificación de los suelos estudiados se da según la 7ª Aproximación (12).

Resultados

Descripción y análisis de los suelos

Perfil S.F.I.

Ubicación fisiográfica: meseta del "horst II", a relieve plano; el perfil se encuentra en el inicio de la pendiente hacia el "graben II". Altura 90 m.

Roca madre: basalto

Vegetación: ejemplares dispersos de *Opuntia echinobarringtonensis*; la vegetación herbácea es escasa a nula.

Clasificación: Inceptisol (Lithic Ustropet).

Descripción morfológica:

- A₁ 0 — 3 cm. "Acumulación coluvial, compuesta por fragmentos de basalto de dimensiones medias, de superficie lisa. Alta concentración de raíces. Material de suelo escaso, pulverulento, sin estructura; color pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/2).
- B₂ 3 — 30 cm. Humífero, con gran concentración de raíces. Localmente pedregoso. Estructura bloquiforme angular a subangular, gruesa a muy gruesa, fuertemente desarrollada; "coatings" de arcilla sobre algunas superficies estructurales. Consistencia en húmedo, firme a muy firme. Textura arcillo limosa. Color pardo oscuro, 7.5 YR 3/2.
- C 30 — 38 cm. Material limoso, formado por alteraciones "in situ"; color pardo oscuro, 7.5 YR 4.5/4. Fragmentos más o menos alterados de basalto de color rosa (7.5 YR 8/4) y pardo oscuro (7.5 YR 4.5/4).

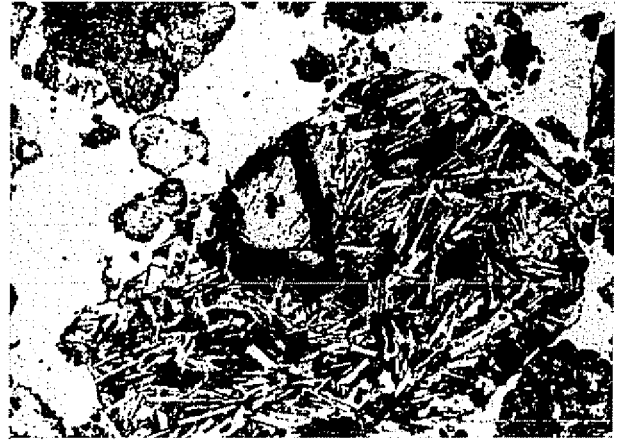


Fig. 2—Perfil I. Litorrelíquia basáltica prácticamente inalterada; obsérvense los fenocristales de plagioclasas. Sin analizador: aumento 17 X.

Análisis químicos y granulométricos

Hor	Prof.	Arcilla %	CO %	pH(H ₂ O)	CEC.
A ₁	0-3 cm.	56,78	0,32	7,1	38,4

Descripción micromorfológica:

Microestructura: en la superficie la estructura es grumulosa compacta con vacíos de asentamiento entre los grumos; localmente se observan algunos pedos donde la estructura es fisurada irregularmente con tendencia a fragmentada. En el horizonte B₂ la estructura es fisurada regularmente debido a la presencia de fragmentos lisos compactos y de fisuras lisas derechas a curvas rodeando los fragmentos.

Esqueleto: esencialmente compuesto por granos de olivino idingsitizados, feldespatos y opacos (c a f) de dimensiones similares (70 μm); granos de pyroxeno (c). Litorrelíquias de basalto (2,7 - 5,5 mm) (Fig. 2)

Plasma: de color marrón amarillento oscuro. En el horizonte A la fábrica plásmica es esquel-insépica; en el horizonte B la fábrica plásmica más desarrollada es vo-mo-esquelsépica.

Distribución relativa: porfirica.

Materia orgánica: en el horizonte A son muy frecuentes los restos vegetales muy ligeramente humificados y mostrando tejidos bien reconocibles; es característica la presencia de granos de whewellita (oxalato de calcio) en los tejidos vegetales, en forma de pequeños romboedros o granos alargados (Fig. 3).

Rasgos: en los vacíos del horizonte A se observan cristalarias de calcita(r), a veces con disposición en

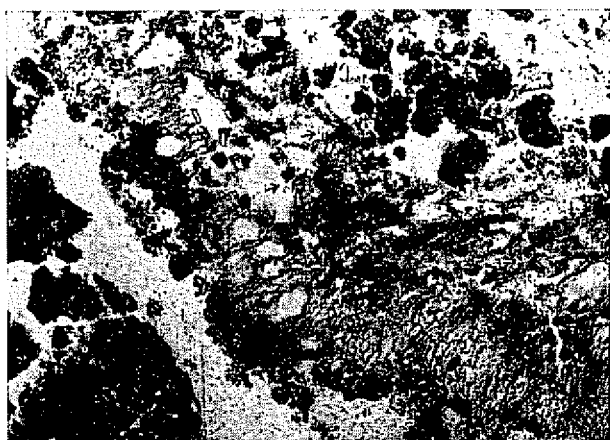


Fig. 3.—Perfil I. Resto vegetal débilmente humificado, con fitolitos de *ubewellita*. Sin analizador: aumento 43 X.

roseta. Nódulos redondeados, netos, de color grisáceo en luz polarizada, presentando estrías birrefringentes amarillentas (c), tamaño 100-200 μ m (zeolitas?)*

Observación: Un corte delgado perteneciente al horizonte C, realizado con material no identificado, nuestra fábrica plásmica cristalomorfa y rasgos característicos tales como glébulas ferruginosas o manganíferas y cutanes de naturaleza no determinada, fuertemente orientados, de aspecto fibroso y tamaño considerable (serpentina?)

Perfil S F. IV

Ubicación fisiográfica: en el fondo del "graben I", con relieve convexo en el eje central (dirección N-S) y pendiente (3-5°) hacia el este. Altura 25 m.

Roca madre: material suelto (coluvión ?) reposando sobre roca basáltica que podría ser la roca "in situ".

Vegetación: *Opuntia echios barringtonensis* esparcida y asociada a *Bursera graveolens* con vegetación herbácea xerofítica localmente muy densa y notable proporción de líquenes.

Clasificación: Alfisol (Rhodustalf)

Descripción morfológica:

A₁ 0-12 cm. Humífero, pero no coloreado por la materia orgánica, raíces escasas. Estructura granular moderada a débilmente desarrollada en superficie, pasando a una estructura angular y subangular moderada a fuerte en la parte inferior; muy firme; textura

franco arcillo limosa; color pardo rojizo oscuro, 5 YR 3/3.

B_{2t} 12-70 cm. Estructura subangular gruesa a muy gruesa, fuertemente desarrollada; - "coatings" sobre las superficies estructurales; consistencia firme a muy firme. Fragmentos rocosos dispersos. Textura arcillo limosa. Color pardo-rojizo oscuro, 5 YR 3/3,5 tanto en la superficie como en el interior de los peds.

CR 70 + cm. Roca basáltica no alterada, que puede ser la roca "in situ".

Los datos de análisis químicos y granulométricos figuran en el Cuadro 1

Descripción micromorfológica.

Microestructura: en el horizonte A se caracteriza por fisuras lisas derechas o curvas, que dan origen a una estructura fisurada regular con formación de agregados separados; algunos canales.

Esqueleto: granos en general de pequeñas dimensiones (70 μ m); compuesto fundamentalmente por olivinos idingsitizados y opacos (c a f) y en menor cantidad por plagioclasas (c) y piroxenos (o). La alteración se manifiesta especialmente en las plagioclasas (agrietamiento, formación de materiales arcillosos). Las litorrelíquias se encuentran también moderadamente

Cuadro 1.—Análisis químicos y granulométricos del perfil S. F. IV.

	Horizontes A ₁	B _{2t}
Profundidad, cm	0-12	12-70
Granulometría 2 μ %	39,40	54,30
" 2-53 μ %	55,00	41,60
" 53-2000 μ %	5,60	4,10
Limo/arcilla*	1,39	0,76
C.O %	0,52	0,12
pH, H ₂ O	7,9	8,5
pH, KCl	6,8	7,1
C. E. C.	44	54,4
V %	95,5	—
C/N	3,7	—

* Significado de las abreviaturas:
r = raro; o = ocasional; c = común; f = frecuente

* La relación limo/arcilla tal como la usa van Wambeke (13)

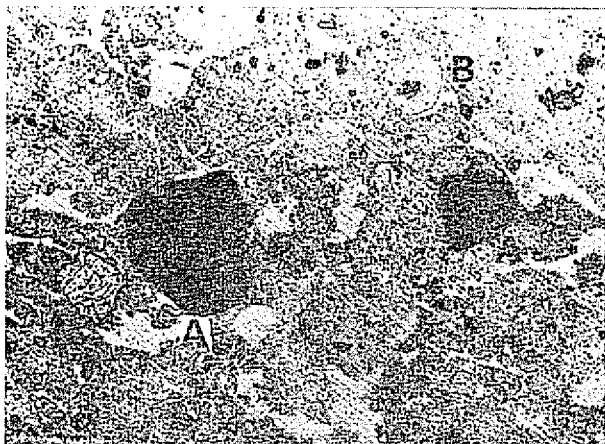


Fig. 4—Perfil IV. En (A) nódulos férricos; en (B) nódulo birrefringente de naturaleza no determinada (zeolita?). Sin analizador: aumento 45 X.

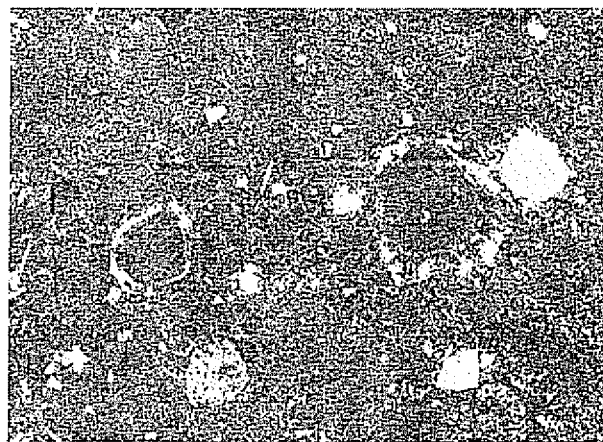


Fig. 5—Perfil IV. El mismo campo de la figura anterior, con analizador: aumento 45 X.

alteradas. Se observan fragmentos de vidrio volcánico ferruginizado con fenocristales de plagioclasas.

Plasma: en el horizonte A de color pardo amarillento y fábrica plásmica vo-esquel-inséptica.

Distribución relativa: porfírica.

Materia orgánica: restos vegetales reconocibles, ligeramente humificados(c).

Rasgos: glébulas sesquioxídicas(c), netas, de color oscuro. Nódulos redondeados, netos, de birrefringencia grisácea y estrías birrefringentes amarillentas(c), (zeolitas?)

Discusión

La granulometría de los perfiles estudiados pone de relieve un elevado porcentaje de arcilla, característico de los suelos desarrollados sobre rocas básicas. De la misma manera, el elevado porcentaje de saturación en bases (95%) así como el pH neutro a levemente alcalino manifiestan la fuerte influencia que en estos suelos tiene el material parental.

La observación micromorfológica comparativa de ambos perfiles pone de manifiesto un diferente desarrollo de la fábrica plásmica. En el perfil SF I se observa una orientación más pronunciada de las arcillas dando origen a diferentes fábricas sépticas (vo-mo-esquel-sépticas) en tanto que en el perfil SF IV la fábrica plásmica es fundamentalmente inséptica. Este distinto desarrollo plasmático correspondería a procesos o estados pedogenéticos diversos. Así, tal como fue observado por Eswaran (3, 4), los Inceptisoles se caracterizarían por un máximo desarrollo de la fábrica plásmica, disminuyendo su intensidad de expresión en estadios evolucionarios más avanzados.

Según el mismo autor (4), estas diferencias de fábrica plásmica estarían condicionadas a variaciones en

la proporción de hierro libre, a la cantidad y tipo de los minerales de arcilla o a las variaciones de tensión dentro de la masa del suelo. En nuestro caso, el color del perfil SF IV así como la presencia de glébulas férricas (Fig. 4 y 5) nos indicarían que en este perfil el hierro libre es más abundante que en SF I. Los otros factores no sería posible analizarlos por falta de datos, pero la comparación entre la granulometría y la CEC de las dos perfiles podría indicar algún cambio mineralógico en la fracción arcilla.

En ninguno de los cortes delgados estudiados fueron observados cutanes de iluviación; a pesar de ello en la descripción de campo se menciona la presencia de películas arcillosas sobre las unidades estructurales, y de acuerdo a los análisis granulométricos el perfil SF IV llenaría los requerimientos para horizonte argílico. La cuestión de si el horizonte B del perfil IV ha sido formado por migración de arcilla o por formación in situ quedaría por determinar, puesto que micromorfológicamente no hay evidencias de esa traslocación. Sin embargo debe tenerse en cuenta que si los vacíos del suelo son pequeños, los cutanes podrían ser demasiados débiles para identificarlos como tales. Por otra parte, según lo observado por Eswaran (3), el material cutánico podría ser incorporado a la matriz plasmática como resultado de procesos de pedoturbación.

El esqueleto, semejante en ambos perfiles, tiene la misma composición mineralógica que el basalto de la roca madre, estando integrada por plagioclasas, olivinos en general idingsitizados, minerales opacos y piroxenos; es de destacar la pequeña dimensión de los granos (70 μ m). En las plagioclasas del perfil SF IV es dable observar la formación de pequeñas grietas y la aparición en las mismas de material arcilloso; por su parte los piroxenos muestran una alteración relativamente pronunciada con aparición de cavidades de disolución (Fig. 6). De la misma manera, las litorreliquisas

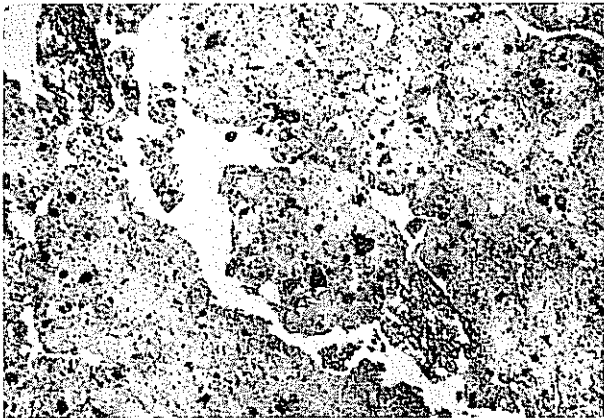


Fig 6—Perfil IV. Piroxenos alterados, mostrando cavidades de disolución. Sin analizador: aumento 17 X

del perfil SF IV se encuentran más fuertemente alteradas. De la comparación con el grado de alteración alcanzado por los minerales primarios de otros suelos de Galápagos (9) surge sin embargo que en ambos perfiles en estudio el esqueleto se encuentra todavía en una fase primaria de alteración.

Los restos vegetales en su mayor parte totalmente inalterados que se observan en los cortes delgados, así como los valores netamente deficientes de materia orgánica puestos de relieve por los datos analíticos, nos indicarían la aridez del clima y también la baja capacidad de humificación de los suelos de la región. En el perfil SF I son abundantes los fitolitos de whewellitita de morfología generalmente prismática, que se encuentran incluidos en tejidos vegetales (Fig 3).

Un rasgo característico es la presencia de nódulos redondeados, netos, que muestran un desarrollo de estrías birrefringentes amarillentas que recuerdan a concentraciones o separaciones de minerales de arcilla. Estos nódulos se interpretan como zeolitas originariamente presentes en las vacuolas del basalto y de donde provendría su forma particular (Fig 4 y 5).

Laruelle y Stoops (8) estudiando el contenido de elementos menores de los suelos de las islas Santa Cruz y Santa Fe, encontraron que en los suelos superficiales de la zona árida costera el contenido de elementos trazas es muy semejante al del material parental, en tanto que en los suelos de las zonas altas más húmedas el contenido total y extractable de oligoelementos es significativamente mayor. Por este motivo puede inferirse que los suelos de la región costera se encuentran menos desarrollados. Sin embargo, los autores mencionados señalan que la morfología de estos suelos (presencia de cutanes, alto contenido de arcilla, color rojizo) correspondería a la de suelos bien evolucionados, hallándose en contradicción con el contenido de elementos trazas.

Esta aparente discordancia no sería, en nuestra opinión, tan acentuada. Así por ejemplo, Sys (11) señala que, para suelos arcillosos de zonas tropicales, los materiales recientes presentan una estructura poliédrica y aún prismática bien desarrollada, con revestimientos brillantes no orientados sobre la superficie de los agregados, características éstas que se encuentran en los suelos aquí estudiados. El color del perfil SF I sería asimismo característico de un suelo reciente, en tanto que el del perfil SF IV podría corresponder a un estado intermedio de alteración. Los minerales del esqueleto así como la relación limo/arcilla serían propios también de una fase reciente de alteración.

Las diferencias de grado evolutivo entre ambos perfiles, se relacionarían a su distinta situación en el paisaje. Según Smith (10) esta posibilidad de encontrar diferentes tipos de suelos adyacentes unos a otros es característica particular de los trópicos húmedos (ver más adelante), correspondiendo en general a variaciones de posición geomorfológica. Así, cuando la pendiente es más pronunciada como en el caso del perfil SF I, se originaría un horizonte cámbico dando lugar a un Inceptisol (4).

Una discordia que consideramos relevante es la que surge de la comparación del clima de la zona árida y los suelos de la misma. Tal como señala Laruelle (6) estos suelos serían relictos de un antiguo desarrollo bajo condiciones climáticas diferentes a las actuales. En el Pleistoceno las regiones cálidas acusaron cambios cíclicos en las precipitaciones, motivo por el cual la presencia de paleosuelos en las regiones subtropical y tropical es una característica común (10).

Conclusiones

El análisis comparativo entre ambos perfiles pone de relieve un diferente grado de evolución que se considera producto de su distinta situación en el paisaje. El fuerte desarrollo de la fábrica plásmica, la alteración reducida de las plagioclasas y otros minerales alterables, así como las características morfológicas nos llevan a clasificar el perfil SF I como Inceptisol. El perfil SF IV, dado su mayor desarrollo morfológico el grado más avanzado de alteración de los minerales que constituyen el esqueleto y las litorreliquias y la menor expresión de su fábrica plásmica, además de los datos analíticos, es clasificado por su parte como Alfisol.

Considerando las características climáticas de la región costera de la Isla Santa Fe, el desarrollo alcanzado por ambos perfiles (en especial SF IV) tal como se desprende de sus propiedades morfológicas, químicas, físicas y micromorfológicas, sería producto de la evolución de los mismos bajo condiciones previas de mayor pluviosidad. En consecuencia, la falta de concordancia actual entre clima y suelo se explicaría por la naturaleza policíclica de los suelos estudiados.

Literatura citada

1. BECKMAN, W. y GEYGER, E. Entwurf einer Ordnung der natürlichen Hohlraum-, Aggregat- und Strukturformen im Boden. In W. Kubiena, ed. Die micromorphometrische Bodenanalyse Stuttgart, Enke Verlag, 1967. pp. 163-188.
2. BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. New York, Wiley, 1964. 470 p.
3. ESWARAN, H. Pedogenesis of basaltic soils in tropical regions. D. Sc. Thesis. Gent, Bélgica, International Training Centre, Rijksuniversiteit Gent. 1970. 243 p.
4. ———. Micromorphological indicators of pedogenesis in some tropical basaltic soils from Nicaragua. Geoderma 7:15-31. 1972.
5. ———, STOOPS, G. y DE PAEPE, P. A contribution to the study of soil formation on Isla Santa Cruz, Galapagos. Pedologie 23 (2): 100-122. 1973.
6. LARUELLE, J. Study of a soil sequence on Indefatigable Island. In The Galapagos, Proceedings of the Symposium on the Galapagos International Science Project 1964. Berkeley, University of California Press, 1968 pp. 87-92.
7. ———. Notes on soil micromorphology. Rijksuniversiteit Gent, International Training Centre. 1968. 83 p.
8. ——— y STOOPS, G. Minor elements in Galapagos Soils. Pedologie 17 (2): 232-258. 1967.
9. MORRAS, H. La alteración y transformación de minerales primarios en un perfil de suelo de la Isla Santa Cruz, Islas Galápagos (Ecuador). Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral (Argentina) 5: 15-28. 1974.
10. SMITH, G. Lectures on Soil Classification. Pedologia, Número special. 1. 1965. 131 p.
11. SY'S, C. Sols Tropicaux. Rijksuniversiteit Gent, International Training Centre. 1967. 108 p.
12. US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Classification; a comprehensive System; 7th Approximation. 1960. 265 p.
13. WAMBEKE, A. R. van. Criteria for classifying tropical soils by age. Journal of Soil Science 13: 124-132. 1962.

RESEÑA DE LIBROS

RUHE, ROBERT V. Geomorphology; geomorphic Processes and surficial geology. Boston, Houghton, Mifflin, 1975. 246 p.

Para muchos edafólogos de campo, el nombre del autor de este libro no es desconocido, aún más, es tal vez uno de los más conocidos en la aplicación de la geomorfología a los estudios de suelos y a nuestro parecer, era de esperarse la publicación de un texto como este de Geomorfología.

Si bien la disciplina no es nueva, la forma de presentarla en este libro sí es original: se ha evitado en lo posible los antecedentes históricos que se encuentran frecuentemente en textos de esta materia (el autor cita otras fuentes para quien se interese en ese campo), sin descuidar, por cierto los temas que aún son motivo de discusión.

La preparación múltiple del autor (geología, geomorfología, edafología) se destaca en el curso de la lectura del libro y es una de las razones de su valor como texto del estudio.

La obra que nos ocupa consta de once capítulos iniciándose con algo muy interesante como es la base de conocimiento que se debe tener para la Geomorfología y el enfoque que el autor da a esta ciencia en el libro.

Los nueve capítulos siguientes abarcan los conocimientos de que tratan diversos textos de Geomorfología: meteorización y formación del suelo, escorrentía y corrientes, formas aluviales, sistemas de drenajes y cuencas, pendientes o laderas; superficies de erosión, paisajes de origen eólico, proceso de formación en orillas de mares y lagos y paisajes glaciales. El último capítulo es algo que los textos clásicos no incluían: el ambiente y sus cambios, lo que da una idea de la verdadera actualidad del libro. Esto se ve también a lo largo del texto en la importancia dada a los aspectos morfométricos, tendencia relativamente reciente en la Geomorfología.

El libro está abundantemente ilustrado y contiene cerca de 450 referencias bibliográficas de importancia tanto histórica como técnica.

Siendo la lectura de este libro más bien fácil y atractiva y con las cualidades expresadas en los párrafos anteriores, consideramos que es una obra recomendable como texto para estudiantes de geomorfología, geología y para los que en edafología se dedican a los estudios cartográficos o genéticos de los suelos. Sirve también como un muy buen libro de consulta para los profesionales de estos campos, siendo recomendable también la adquisición en las bibliotecas de las instituciones en que se estudien las materias mencionadas.

FAUSTO MALDONADO
PROGRAMA REGIONAL PARA
DESARROLLO DEL SUR DEL ECUADOR
QUITO, ECUADOR

Comunicaciones

Constatacao da raça II de *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em Jinotepe, Nicaragua

Abstract. Inoculation of differential coffee clones with *Hemileia vastatrix* uredospores gathered from diseased plants in Jinotepe, Nicaragua indicated that race II of the pathogen was the one causing the recent outbreak in Nicaragua

A ferrugem do cafeeiro causada por *Hemileia vastatrix* Berk et Br. foi constatada no continente Latino Americano, pela primeira vez, e no Brasil em 1970 (1), atingindo rapidamente o Paraguai e Argentina (4), e em novembro de 1976 a Nicarágua. (Fig. 1)

Paralelamente a esta rápida disseminação, trabalhos de diferenciação de raças foram intensamente desenvolvidos pela Seção de Microbiologia Fitotécnica do Instituto Agronômico, permitindo, em pouco tempo, determinar as quatro raças do patógeno que ocorrem no Brasil (3).

Em novembro de 1976 foram introduzidas da região de Jinotepe, Nicaragua, folhas de *Coffea arabica* com sinotmas típicos de ferrugem. Os uredosporos deste material foram cuidadosamente coletados em capsulas de gelatina e a seguir inoculados nos clones diferenciadores (Quadro 1). A técnica de inoculação consiste em se colocar na página inferior de folhas ainda novas, com auxilio de um escalpelo, uma porção de uredosporos que são espalhados pela superfície foliar com um pincel. Em seguida, pulveriza-se agua esterilizada por toda a planta, que é mantida em câmara úmida, à luz difusa, por dois a três dias (2).

A constatação da raça II de *Hemileia* na Nicaragua reforça de maneira incontestável as dificuldades de limitar a expansão da moléstia no continente. O aparecimento da raça II, a descorbeta em 1970 no Brasil, pouco esclarece a origem do esporo. A forma da introdução da moléstia é desconhecida, e dificilmente poderá ser colocada em termos definitivos. Todavia, a

Quadro 1 — Clones diferenciadores de raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix*, constituição genética e grupo fisiológico a que pertencem.

Clones		Genes Resistência	Grupo Fisiológico
CIFC 832/2	Hibrido de Timor	—	A
CIFC 1343/269	Hibrido de Timor	SH ₁ SH ₂	
CIFC 110/5	S, Agaro	SH ₁ SH ₂ SH ₃ SH ₄	R
CIFC 33/1	S 288-23	SH ₁ SH ₂ SH ₃ (?)	J
CIFC 87/1	Geisha	SH ₁ SH ₂ SH ₃ SH ₄	G
CIFC 128/2	Dilla & Alghe	SH ₁ SH ₂	C
CIFC 32/1	D K 1/6	SH ₁ SH ₂ SH ₃ (?)	α
CIFC 63/1	Bourbon	SH ₁ SH ₂	D
			E

As leituras das reações, segundo escala proposta por Oliveira (2) foram feitas 40 dias após a inoculação (Quadro 2).

Quadro 2 — Raça de *Hemileia vastatrix* detectada na amostra de uredosporos coletada na região de Jinotepe, Nicaragua, e seu provável genótipo para virulência (*).

Nº da Cultura de <i>H. vastatrix</i>	Grupo Fisiológico dos clones Diferenciadores						Raça	Genótipo para virulência
	A	C	D	G	J	E α		
FIO 1087	R	R	R	R	R	S R	II	v 5

(*) R = resistente
S = suscetível



experiência brasileira demonstrou a eficiência do vento como agente de disseminação à distância. Porém, não é possível excluir a introdução acidental, por pessoas ou através de material vivo. Diante dessa tendência de dissiminação generalizada, seria importante um trabalho coordenado entre os países cafeicultores, de modo a garantir uma troca permanente de experiências, bem como, de material genético.

No Brasil a ferrugem em função das condições climáticas e da própria cafeicultura realizada, mostrou comportamento distinto àquele relatado nos países africanos. Estudos sobre a epidemiologia indicaram que para cada região, e conforme o ciclo productivo da planta, existirá uma demanda de tratamentos fitossanitários. Da mesma forma, equipamentos adequados para as diferentes condições das propriedades cafezeiras foram desenvolvidos e industrializados.

O desenvolvimento da situação da ferrugem na Nicarágua, deverá ser acompanhado com expectativa. A extensão do ataque, a tentativa de erradicar ou não a moléstia. A erradicação no Brasil, apesar da mobilização geral após a identificação da moléstia, mostrou-se impraticável. Em pouco tempo foi possível verificar que a expansão da moléstia tinha sido tão rápida, que qualquer medida nesse carácter não se aplicaria ao Brasil. Fato semelhante poderá ocorrer na Nicarágua. No Brasil a generalização da moléstia levou quatro anos, e o mesmo comportamento poderá ocorrer em outras regiões.

O Brasil demonstrou ser compatível conviver com a ferrugem, mantendo a cafeicultura competitiva com outros productos agrícolas. A preocupação maior deverá ser dirigida aos cafezais existentes. O tempo apenas permitirá que o uso de variedades resistentes passe a ser feito, e possa ser adotado em maior escala.

7 fevereiro 1977.

IVAN JOSE ANTUNES RIBEIRO
MAURO HIDEO SUGIMORI
OSVALDO PARADELA FILHO
LOURIVAL CARMO MÔNACO
INSTITUTO AGRONÓMICO
CAMPINAS, SÃO PAULO
BRASIL

REFERÊNCIAS

1. CHAVES, G. M., CRUZ FILHO, J., CARVALHO, M. G., MATSUOKA, K., COELHO, D. T. e SHIMOYA, C. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) Revisão da literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. *Seiva* 30 (Nº especial) 1-70. 1970.
2. OLIVEIRA, B. D. e RODRIGUES Jr., C. J. O problema das ferrugens do cafeeiro. In: Primeira Reunião Técnica de F.A.O. - C.C.T.A. Sobre a produção e proteção de cafeeiro Abidjan. Costa do Marfim. Comunicações da Delegação Portuguesa. 1960. pp. 89-133.
3. RIBEIRO, I. J. A., SUGIMORI, M. H., MORAES, S. A. e MÔNACO, L. C. Raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix* Berk et Br no Estado de São Paulo. *Summa Phytopathologica* 1(1): 19-22. 1975.
4. SCHIEBER, E. Present status of coffee rust in South America. *Annual Review of Phytopathology* 13: 375-382. 1975.

Effect of ethrel on carbohydrate fractions of *Coffea arabica* L. fruits

Sumario. Aspersiones de ethrel acuoso (240 ppm a 500 ml por planta) aceleraron la maduración de frutos de *Coffea arabica* L cv 'S.795' y provocaron algunos cambios cuantitativos en el metabolismo de carbohidratos, que no fueron ni adversos fisiológicamente ni afectaron la calidad del sabor de la bebida, comparadas con las plantas testigo, sin aspersiones.

Ethrel or ethephon or CEPA (2-chloroethy) phosphonic acid (an Amchem product, Ambler, U.S.A.) releases ethylene in plant tissues (2), affecting numerous physiological processes including hastening of fruit ripening which is commercially important (11). Aqueous sprays of ethrel hasten fruit ripening in coffee also (4, 9, 7, 5, 6). In view of the changes in carbohydrate metabolism during natural ripening of fruits (11), and due to the importance of carbohydrates in beverage quality (12, 1), the effect of ethrel on carbohydrate fractions in different fruit components of arabica coffee was studied.

During 1974 crop season, a field trial was carried out on hastening of fruit ripening with ethrel using *Coffea arabica* L. cv 'S.795' (19 years old). The plants were grown under natural shade at Central Coffee Research Institute. The fruits were sprayed with aqueous solution of 240 ppm ethrel (0.25 ml ethrel in 500 ml water per plant), when they were physiologically mature and green. Three weeks after spray, fully ripe fruits were collected from 25 each of sprayed and control (unsprayed) plants (one replication). Fruit wall (exocarp), mucilage (mesocarp), parchment (endocarp) and seed were separated, and their reducing, non-reducing and total sugars (3) and starch (8, 10) were determined.

The distribution pattern of carbohydrate fractions in different components of naturally ripe fruits of control (unsprayed) plants could be seen in Table 1. In the fruits of ethrel sprayed plants, the content of reducing sugars decreased by 26,35 and 19% in fruit wall, mucilage and seed, respectively, as against the respective fruit components in control. Whereas non-reducing sugars increased by 68 and 32% in fruit wall and mucilage, and decreased by 30 and 3% in parchment and seed, respectively, with ethrel spray as compared to control. In the fruits of ethrel sprayed plants, total sugars decreased by 1, 15, 21 and 7% in fruit wall, mucilage, parchment and seed, respectively, as against control. Starch content of fruit wall, mucilage and parchment decreased by 4,9 and 13% respectively, and increased by 12% in seed with ethrel spray, when compared to control. While total carbohydrate (total sugars + starch) of seed increased by only 2%, it decreased by 7, 11 and 15% in fruit wall, mucilage and parchment, respectively, with ethrel spray, as against control.

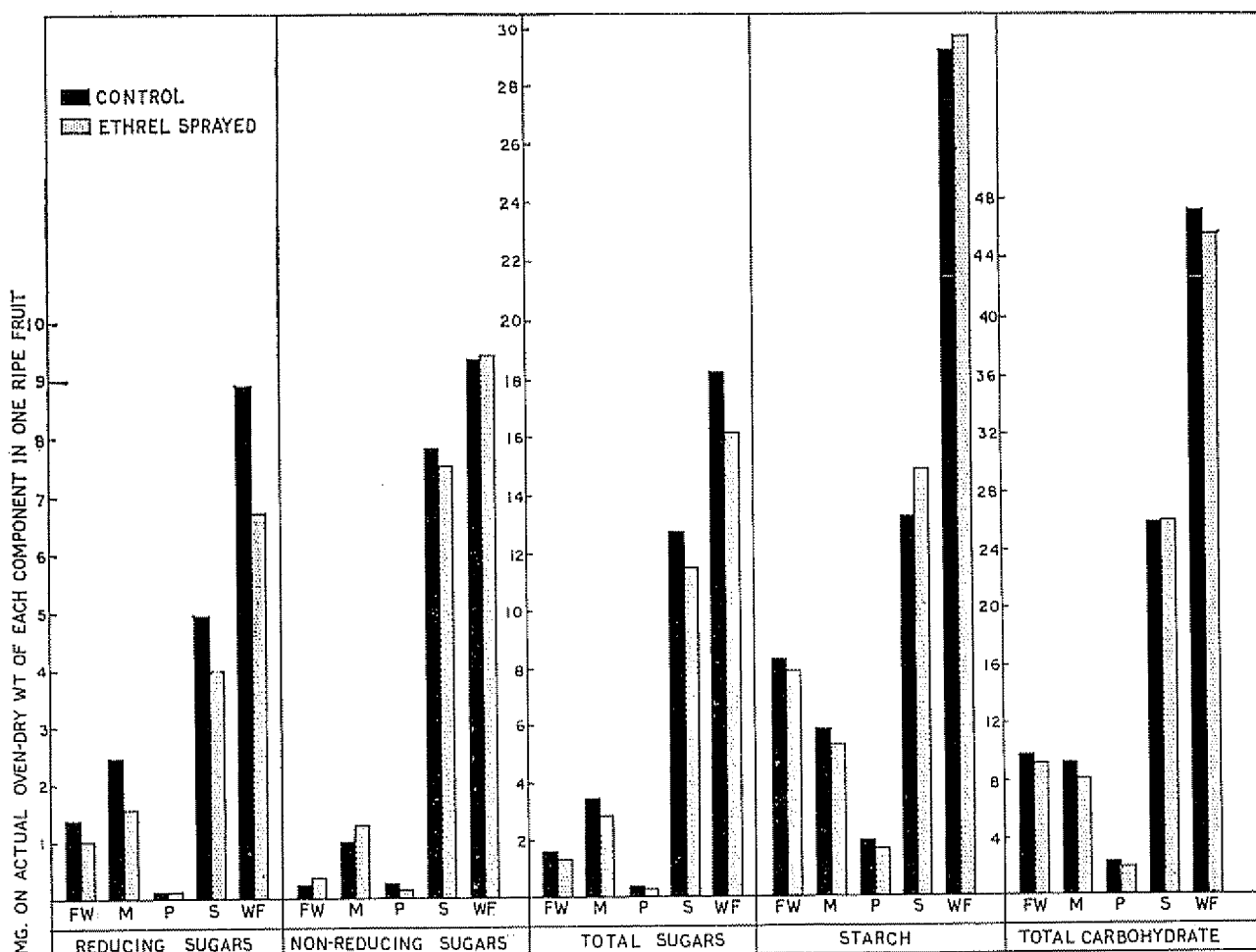


Fig 1—Effect of ethrel spray on carbohydrate fractions in different components of ripe fruits (expressed as mg./actual oven-dry weight of each component in one ripe fruit) of arabica coffee 'S 795' plants. FW: Fruit wall; M: Mucilage; P: Parchment; S: Seed; WF: Whole fruit

More or less a similar trend in the changes of carbohydrate fractions was obtained when the results were calculated on the actual oven-dry weight of each component in one ripe fruit of ethrel sprayed plants as compared to control (Fig 1). In one ripe fruit, reducing sugars decreased by 25%, with ethrel spray as against control.

The changes in carbohydrate fractions in fruits of ethrel sprayed plants indicate that respiratory activity might have been increased during stimulation of ripening process due to release of ethylene with ethrel spray as revealed by considerable decrease in reducing sugars (respirable substrate) in all the fruit components (except parchment) as compared to control. A decrease in starch content of fruit wall and mucilage with ethrel spray as against these fruit components of control, further support that the degree of shift from starch to sugar was relatively more with ethrel spray, as against control. Hydrolysis of starch into sugars is a

common metabolic change during natural ripening process in fruits (11). Ethrel spray hastened fruit ripening and brought out some quantitative changes in carbohydrate metabolism as described above, which were not in any way physiologically adverse. Cup quality tests of clean coffee samples were made by Quality Control Officer, Coffee Board, Bangalore, India, and found that ethrel spray did not affect the beverage quality of seed and the flavour was on par with seed of control plants*.

Summary

Effect of aqueous ethrel (240 ppm, at 500 ml/plant) spray on changes in carbohydrate fractions (reducing, non-reducing and total sugars and starch) in

* The authors are grateful to Dr. G.I.D. Souza, Director of Research for encouragement. They also thank Messrs. Agromore Limited, Bangalore for the free experimental sample of ethrel.

different components (fruit wall, mucilage, parchment and seed) of ripe fruits of *Coffea arabica* L. cv 'S 795' was studied. Ethrel hastened fruit ripening and resulted in some quantitative changes in carbohydrate metabolism, which were neither physiologically adverse nor affected the flavour quality of the beverage of seed, as compared to control (unsprayed) plants.

N. H. GOPAL, D. VENKATARAMANAN
DIVISION OF PLANT PHYSIOLOGY
CENTRAL COFFEE RESEARCH INSTITUTE
COFFEE RESEARCH STATION 577 117
CHIKMAGALUR DISTRICT
KARNATAKA STATE, INDIA

REFERENCES

- 1 AMORIM, H. V. de. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. I. Carbohydrates. *Turrialba* 21(2): 211-216. 1971
- 2 APPLICATION OF ethrel in agricultural production. Ambler, Pa. Amchem Products, 1975. 21 p. (Information Sheet 53)
- 3 ASANA, R. D. and SAINI, A. D. Studies on physiological analysis of yield. *Indian Journal of Plant Physiology* 5:128-171. 1962.
- 4 BROWNING, G. and CANNELL, M. G. R. Use of 2-Chloroethane phosphonic acid to promote the abscission and ripening of fruit of *Coffea arabica* L. *Journal of Horticultural Science* 45: 223-252. 1970
- 5 GOPAL, N. H. Hastening of fruit ripening in robusta coffee. *Indian Coffee* 40:23-24. 1975
- 6 ———. Hastening of fruit ripening in coffee with ethrel. *Planters' Chronicle* 71(5): 167-169. 1976
- 7 ——— and VASUDEVA, N. Effect of ethrel on ascorbic acid of coffee fruits. *Current Science* 11:597. 1975
- 8 MCCREADY, J. et al. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry* 22:1156-1158. 1950
- 9 OYEBADE, I. I. Effect of preharvest sprays of ethrel (2-chloroethane phosphonic acid) on robusta coffee (*Coffea canephora*) berries. *Turrialba* 21:142-144. 1971
- 10 PATEL, R. Z. A note on seasonal variation in starch content of different parts in arabica coffee trees. *East African Agricultural and Forestry Journal* 36:1-6. 1970
- 11 PRATT, K. H. and GOESCHL, J. D. Physiological roles of ethylene in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 20:541-581. 1969
- 12 SIVETZ, M. S. M. Coffee processing technology. Vol. 2. Westport, Conn. Avi Publishing. 1963. 379 p.

RESEÑA DE LIBROS

BIRD, J. y MARAMOROSCH, K. (ed). Tropical diseases of legumes. New York, Academic Press. 1975. 171 p.

Este libro, como dicen sus editores, está orientado hacia las necesidades de los países tropicales, especialmente aquellas de Centro y Sur América, área del Caribe y Oeste de África, en el campo de la patología de leguminosas. Ciertamente existía un vacío en la literatura fitopatológica de enfermedades tropicales de las leguminosas, ya que no había hasta la fecha una publicación especializada en el tema. Esta publicación es el resultado de un "Taller" realizado en junio de 1974 en la Estación Experimental Agrícola de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. Como dice el Prefacio, luego del "taller", se tomó la decisión de editar y publicar los trabajos presentados en dicha reunión. Por esta razón uno encuentra en el libro muchos datos experimentales no publicados, literatura reciente y aun temas de naturaleza histórica o especulativa. Este contenido cabe muy bien dentro de los propósitos que, a juicio de los editores, pretende alcanzar el libro.

Sin embargo, el título de la obra no encaja muy bien en estos propósitos ni mucho menos con su contenido. Así tenemos que se inicia sin ningún preámbulo o consideraciones generales acerca de la patología de leguminosas. Su primer capítulo Enfermedades de Tipo Rugoso (aquellas transmitidas por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*)) se compone de 7 traba-

jos que se extienden en 85 de las 171 páginas que contiene el libro. Luego, el capítulo siguiente, Enfermedades Tipo Mosaico presenta 6 trabajos expuestos en 43 páginas. El capítulo 3, Enfermedades Bacterianas, Control Químico y Ecología de Patógenos, como su nombre lo indica es un capítulo heterogéneo con trabajos de muy diversa índole. Comprende cuatro artículos, uno de Bacterias portadas en la semilla de soja y su efecto sobre la germinación y emergencia, otro sobre control de enfermedades en frijol de costa, otro sobre evaluación de población de nematodos en *Cajanus cajan* y otro de tipo genreal sobre la importancia de las enfermedades en relación a los programas de investigación de leguminosas de grano en la región Este del Caribe. Finalmente el capítulo 4 y último titulado Origen, Mejoramiento y Perspectivas del Frijol común consta de 2 trabajos que abarcan 7 páginas.

Como se puede observar, el libro presenta un notable desbalance propio de muchas obras con autores colectivos. Tiene el mérito de ofrecer mucha información valiosa en forma de trabajos separados que se han tratado de agrupar un poco forzadamente con el fin de estructurar un todo lógico. El desbalance mencionado parece obedecer en parte a la especialidad de los editores. Así el 75 por ciento del contenido del libro trata de enfermedades virósicas o semejantes; casi todos los trabajos tratan de enfermedades de frijol común, aunque no por eso se han incluido algunas tan importantes en el frijol cultivado en el trópico como la

Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) mancha angular (*Isariopsis griseola*), entre las fungosas; nudosidades del frijol (*Meloidogyne* sp.), entre las enfermedades por nemátodos y mancha bacteriana común (*Xanthomonas phaseoli*), entre las bacterianas.

Nos parece que este libro debería haber tenido un título más adecuado a lo que realmente es: Memorias o Trabajos presentados en un Taller sobre enfermedades de leguminosas, con buenas e interesantes colaboraciones

JOAQUIN F. LARIOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
SAN SALVADOR, EL SALVADOR

GIESEKING, JOHN E. ed. Soil components Vol. 1: Organic components. New York, Springer Verlag, 1975. 534 p. US\$ 72.80.

Este volumen con una presentación excelente resume una parte mayor de lo que se sabe de materia orgánica que cualquier otro libro que existe por el momento. En ocho capítulos escritos por una docena de expertos de prestigio internacional y de no menos de 5 países se revisa una parte amplia de la información sobre materia orgánica en suelos.

El primer capítulo estudia en más de 200 páginas la composición química y propiedades físicas de las sustancias húmicas. Se discute en este capítulo brevemente el proceso de la humificación y luego con apreciable detalle los aspectos químicos de las sustancias húmicas. Se estudia la degradación de las plantas, la lignina y sustancias de origen microbiano, la separación, fraccionamiento y composición de ácidos húmicos, igual como experimentos con sustancias que tratan de imitar los ácidos húmicos. Se discute también en esta parte del capítulo la participación de compuestos nitrogenados y de carbohidratos en la formación de los ácidos húmicos.

La parte referente a propiedades físicas describe los diferentes métodos físico-químicos como análisis IR, rayos X, métodos termoanalíticos, etc., útiles para su estudio. Se dedica también una larga sección a las propiedades de los ácidos húmicos en formas quelatos con cationes y se concluye el capítulo con un estudio sobre el tamaño y forma de los ácidos húmicos. No menos de 29 es un tratado en sí mismo.

El segundo capítulo se dedica a los sacáridos en suelos. Se estudia aquí los diferentes sacáridos que se encuentran comúnmente en suelos, su metabolismo en estos, el contenido total de sacáridos en suelos y los métodos para determinarlos. Hay secciones bastante amplias también sobre los procedimientos de aislamiento de los polisacáridos en suelos y sus propiedades.

El capítulo se concluye con la discusión de los efectos de los sacáridos sobre propiedades de suelos y una sección de ocho páginas de referencias.

El tercer capítulo se dedica a las sustancias nitrogenadas. Se les estudia en cuatro subcapítulos, el primero de los cuales se refiere al origen y a la distribución del compuesto de N en suelos. Los próximos subcapítulos estudian los compuestos nitrogenados simples y aquellos derivados por hidrólisis y otros procesos degradativos.

El último subcapítulo analiza la composición química y las reacciones bioquímicas de los derivados de N en suelos. Este capítulo también tiene su buena bibliografía de casi 8 páginas en referencias.

El cuarto capítulo se dedica a los compuestos orgánicos del fósforo. Se les discute en 3 subcapítulos, uno sobre la naturaleza del fósforo orgánico, el segundo sobre la determinación del fósforo orgánico y el tercero sobre la acumulación y degradación del P orgánico. La bibliografía, aunque es de 7 páginas, no incluye trabajos posteriores a 1970 e incluye el trabajo de algunos autores, dejando fuera, curiosamente, trabajos de otros de apreciable importancia.

El quinto capítulo sobre S en la materia orgánica del suelo es muy corto y es uno de los puntos débiles del volumen ya que fue escrito por un autor con poca experiencia en este campo.

El capítulo sexto estudia las grasas, ceras y resinas en suelos en unas veinte páginas. Se examinan los problemas de su extracción, origen y descomposición en suelos, su influencia sobre las propiedades de suelos y crecimiento de plantas y se da una lista de los compuestos identificados en esta fracción del suelo. Una bibliografía de 6 páginas concluye el capítulo.

En el séptimo capítulo, de más de 100 páginas, se discute la micromorfología de la materia orgánica de suelos. Aquí primeramente se revisan los principios y la aplicabilidad de la micromorfología al humus en suelos. Luego se estudia la estructura micromorfológica del humus y sus constituyentes orgánicos. Se dedican secciones a la materia orgánica en suelos minerales y a las sustancias orgánicas finas. Se discute también la denominación adecuada para formaciones de humus en suelos. Se examinan luego la micromorfología de las formaciones de humus naturales más importantes y la metodología para estudiar los problemas en este campo. Una bibliografía de 13 páginas concluye el capítulo.

El último capítulo estudia los componentes húmicos de suelos vírgenes y cultivados. Este capítulo bastante amplio analiza las condiciones naturales de la formación de humus y los aspectos generales de su formación en diferentes tipos de suelos.

El último subcapítulo se dedica al humus en diferentes tipos de suelos. Este por desgracia está bastante orientado hacia suelos de regiones templadas aunque discute brevemente aspectos del suelo de los trópicos.

En general el volumen representa una obra de referencia de gran valor que no debe faltar en las bibliotecas de instituciones donde se cultiva la ciencia del suelo.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
COSTA RICA

NUTMAN, P. S. ed. *Symbiotic nitrogen fixation in plants* Cambridge University Press, 1976. 584 p. (International Biological Programme 7).

El reconocimiento de que el aumento explosivo de la población humana demanda una mejor comprensión del ambiente como punto de partida para la utilización racional de los recursos naturales; de que esto sólo puede lograrse con base en el conocimiento científico, el que desafortunadamente es inadecuado en muchas ramas de la biología y en bastantes lugares del mundo, y finalmente, de que el hombre está creando rápidos y significativos cambios en el ambiente en que desarrolla sus actividades motivó, en 1964, que se pusiera en marcha el Programa Biológico Internacional.

El principal objetivo de dicho programa era esudriñar las bases biológicas de la productividad y del bienestar humano, con el fin de perfeccionar los conocimientos científicos y tecnológicos que, aplicados adecuadamente, ayuden a resolver los problemas básicos de nutrición y supervivencia del hombre.

"Symbiotic nitrogen fixation in plants" es el séptimo volumen de una serie de interesantes libros en que se ha sintetizado el trabajo que durante una década realizó un selecto grupo de científicos de diversos países, bajo los auspicios del Programa Biológico Internacional. Sin duda el lector es consciente de la importancia de la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico. Lo que no debe ser muy conocido es que en los últimos años se ha producido una considerable cantidad de información en los campos de la genética microbiológica, bioquímica, biología celular y agronomía, la que actualmente nos permite comprender mejor el complejo fenómeno en que bacterias del género *Rhizobium* y plantas leguminosas (y algunas no leguminosas), trabajan cooperativamente para convertir el nitrógeno gaseoso e inerte, en compuestos orgánicos que son incorporados al protoplasma. Mucha de esa información científica y tecnológica se halla en la obra bajo reseña. Pero quizás el mayor mérito de ésta es que en cierto modo cuantifica por primera vez la importancia de la fijación simbiótica del nitrógeno, tanto en el medio natural como en los campos agrícolas. Otro aspecto muy interesante del libro es que destaca la importancia de economizar energía, por medio del desarrollo de nuevos sistemas biológicos de fijación simbiótica del nitrógeno.

Estas y otras características de "Symbiotic nitrogen fixation in plants", las que el lector irá descubriendo progresivamente según sea su interés científico y formación académica, harán de este volumen una obra de consulta obligatoria por mucho tiempo. La ocasión es propicia para indicar que el PBI también ha producido otra obra sobre la actividad del microorganismos libres fijadores de nitrógeno atmosférico. Se trata del volumen N° 6 de la serie. Por ser complementarias, ambas obras son igualmente útiles para el estudioso de los problemas biológicos y prácticos de la fijación del nitrógeno.

En "Symbiotic nitrogen fixation in plants", el tema es desarrollado gradualmente en 31 capítulos, agrupados en 4 secciones. La primera de éstas se refiere a ciertos aspectos genéticos y de biología molecular, relacionados con la fijación simbiótica; también cubre la taxonomía de las bacterias que inducen la formación de nódulos radiculares. Los avances más recientes en materia de cartografía cromosómica en particular de los genes *nif* que regulan la síntesis de la enzima nitrogenasa en bacterias libres y simbióticas, son discutidos con amplitud y profundidad. Asimismo se analizan los factores bioquímicos codeterminantes de la expresión fenotípica de aquellos genes. Con este nuevo enfoque genético-molecular de la fijación del nitrógeno se abre el camino que conducirá, quizás en un futuro no muy lejano, al desarrollo de métodos para transferir los genes *nif* de *Rhizobium*, *Azotobacter* y *Clostridium*, a otros microorganismos que por ahora son incapaces de fijar el nitrógeno gaseoso, pero que habitan en la rizosfera de muchas plantas de interés económico para el hombre. Tal transformación de microorganismos tendría un gran impacto en la agricultura pues reduciría sustancialmente la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados para elevar la productividad de los campos y la producción de alimentos, fibras y otras materias primas.

En la segunda sección se analiza todo lo referente a la calidad de los inoculantes para semillas de leguminosas. Se cubren aspectos tan diversos como la producción de inoculantes, los criterios en que se basa la selección de cepas eficientes de *Rhizobium*, los métodos que se emplean para obtener cultivos puros y para producir materiales portadores de las bacterias, los factores que determinan la eficiencia de la inoculación de la semilla y cómo debe estimarse el efecto de la nodulación y la fijación simbiótica del nitrógeno en condiciones agronómicas.

La tercera sección es como una prolongación de la segunda, pues en ella se presenta gran cantidad de información obtenida por medio de ensayos de campo.

También se tratan otros temas de interés agronómico, como la determinación de los factores (intrínsecos y extrínsecos) que limitan la fijación simbiótica del nitrógeno, el problema de la especificidad de las bacterias,

la interacción entre bacteria fijadora y planta hospedante, la influencia que ejerce el suelo y aún la necesidad de aplicar inóculo a la semilla de leguminosas en diferentes países. Como se aprecia, en las secciones 2 y 3 se ha recopilado la información de mayor aplicabilidad en el campo de la producción de alimentos

Las dos últimas secciones del libro se asemejan a la primera en cuanto a que la información es más de tipo científico que tecnológico. Hay temas relacionados con la ecología de la nodulación y la fijación del nitrógeno por plantas leguminosas y no leguminosas. El papel de la fotosíntesis como principal factor determinante de la capacidad de fijación simbiótica del nitrógeno en leguminosas cultivadas se discute poniendo el énfasis en el caso del frijol soya. Se menciona, entre otras cosas, que por medio del enriquecimiento del aire con anhídrido carbónico se ha logrado quintuplicar la cantidad de nitrógeno fijado simbióticamente por esa especie vegetal y que bajo tales condiciones se reduce a un tercio la cantidad de nitrógeno mineral que el cultivo remueve del suelo. Este hecho debe llamar la atención de los investigadores que trabajan en las regiones tropicales, principalmente; pues es aquí donde los problemas de productividad agrícola son más serios y reciben menor atención. La búsqueda de nuevos medios de aumentar la acumulación de productos fotosintéticos en las leguminosas de grano y forrajeras, de tal suerte que sirvan para estimular la actividad bacteriana en los nódulos sin que disminuya el abastecimiento de carbohidratos a otros órganos de la planta, es una meta muy atractiva en estudios de tipo fisiológico y agronómico.

En la última sección, específicamente, se presentan los resultados de una investigación planeada y ejecutada por aproximadamente 50 científicos de unos 30 países, cuyo fin era adquirir nuevos conocimientos sobre la existencia de nódulos radiculares fijadores de nitrógeno, en angiospermas no leguminosas, bajo condiciones de campo. También se informa sobre estudios detallados del crecimiento, ultraestructura, fisiología y ecología de la nodulación en esas plantas y se mencionan las dificultades a que debe enfrentarse el investigador que decide trabajar con nódulos de plantas no leguminosas.

Para concluir se desea destacar que "Symbiotic nitrogen fixation in plants" también le ofrece al lector valiosas sugerencias sobre una gran diversidad de temas de investigación básica y aplicada, las que por su importancia y procedencia, no deberían pasar inadvertidas.

EDUARDO JIMENEZ SAENZ
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
COSTA RICA

ROA, JAIME IGNACIO. Principios de fotogrametría; texto para pregrado en universidades Bogotá, El Autor, 1976 236 p *

En diversos centros de enseñanza del mundo de habla española se producen apuntes de fotogrametría y fotointerpretación y el presente libro, con el modesto subtítulo de texto para pregrado de universidades, llena un importante vacío. El libro no está dedicado a una profesión específica sino a todos los que desean familiarizarse con el uso de fotografías aéreas y técnicas de sensores con énfasis en la confección de mapas. El libro indudablemente tendrá múltiples aplicaciones en la enseñanza de aspectos fotogramétricos especialmente, en sus aspectos introductorios y antes de seguir con textos más especializados —actualmente muy escasos en español— para campos específicos.

Aunque no se espera que para un libro de este nivel haya una bibliografía exhaustiva, es de lamentar que las 31 referencias sean tan pobremente citadas. Aún más, una gran parte de las mismas corresponden a panfletos o manuales sobre usos de máquinas, producidos por casas comerciales o se refiere a apuntes de curso —seis en total— de la Universidad del Estado de Ohio. Aunque las ilustraciones con ejemplos de fotografías llenan su cometido, se hubiera podido hacer un esfuerzo para buscar más fotos o proyectos relativos a Colombia u otros países latinoamericanos.

Estas son críticas menores y el autor merece nuestro reconocimiento para traspasar al español una tecnología de indudable utilidad.

GERARDO BUDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

* Se distribuye por ENLACE, Apartado Aéreo 5212-I, Bogotá, Colombia

GIESEKING, J. E. ed. Soil components, Vol. 2. Inorganic components. New York, Springer-Verlag, 1975. 684 p. US\$ 74 80

En este volumen, 21 de los expertos más conocidos han resumido lo que se sabe internacionalmente sobre componentes inorgánicos de los suelos, que son la mayor parte de este material. Los autores pertenecen a no menos de 8 de los países con más adelanto científico, lo que asegura la presentación de puntos de vista de gran amplitud y una cobertura de la literatura mundial que llega hasta el año 1973. Es particularmente útil para los que trabajamos en este lado del Océano la consideración muy amplia de la literatura de Europa que con frecuencia es difícil de obtener en nuestros países.

El enfoque básico del volumen es orientado hacia las ciencias básicas con consideraciones moderadas para los aspectos aplicados.

La impresión y la presentación del volumen es de alta calidad, como es costumbre de la editorial de gran prestigio que lo presenta. Aún así se han filtrado unos pocos errores tipográficos especialmente en fórmulas en las páginas 103 y 104.

Se espera que este libro permanezca por muchos años como uno de los volúmenes de referencia fundamental para bibliotecas de suelos, mineralogía y geología.

El volumen se divide en 17 capítulos, de los cuales 13 se dedican a diferentes grupos de minerales. Hay un capítulo introductorio sobre la clasificación de silicatos y óxidos en suelos, un capítulo sobre el agua en suelos y dos sobre la caracterización de minerales en suelos por medio de sus características termales y espectroscopía infrarroja.

El tratado tiene amplias y excelentes ilustraciones en todos sus capítulos que contribuyen a la comprensión del material presentado con todo rigor científico del caso.

En general se trata de una obra de alto nivel y de valor duradero. Se estima que es una obra de referencia para las bibliotecas de las instituciones de investigación en ciencias de la tierra, suelos y materiales geológicos. Las bibliotecas universitarias donde se practica algunas de las "Ciencias de la Tierra" la podrán usar por muchos años, como una de las referencias fundamentales para profesores e investigadores de sus instituciones.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA "RODRIGO FACIO"
COSTA RICA

GRIFFIN, KEITH. *The political economy of agrarian change; an essay on the green revolution*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1974. 264 p. US\$ 11,00.

Con muy pocas excepciones, los pronósticos de observadores extranjeros sobre las perspectivas a *largo plazo* de un país no socialista, grande, densamente poblado, predominantemente agrícola, tal como la India han dependido a menudo de fenómenos a *corto plazo*, o sea, que estuvieron escribiendo justamente después de una sucesión de cosechas buenas o malas! Así, aquellos que escribieron en la época de las cosechas desastrosas de India en 1965-66 tendieron a ser profetas de la ruina, no sólo para India sino para todo el Tercer Mundo. Se hacía una analogía con la teoría de las "trías", o sea que en una guerra los recursos médicos

limitados están dedicados al tratamiento de sólo aquellos que tienen una buena probabilidad de sobrevivir. Países como la India se ponían en la categoría de críticamente heridos, más allá de la supervivencia, y así al mundo desarrollado se le aconsejaba no malgastar recursos escasos en ayudar a la India.

Con el éxito de la expansión del cultivo con nuevas variedades y buen tiempo, vino en 1970-71 una cosecha máxima y algunos observadores extranjeros comenzaron a preocuparse de las crecientes existencias de granos comestibles. Sin embargo, la rueda ha dado ahora una vuelta completa, con los profetas de la tristeza y de la ruina nuevamente prediciendo hambrunas que están a la vuelta de la esquina y levantando un dedo acusador a los productores de petróleo por provocar una escasez y subida de los precios de los fertilizantes químicos. Estos escritores a menudo se citan unos a otros, ignorando virtualmente el trabajo de economistas de los países sobre los que ellos estaban escribiendo, los que tomaron un punto de vista mucho más sobrio tanto de los fracasos como de los éxitos de sus estrategias agrícolas.

El libro que se revisa se propone examinar la llamada "revolución verde" en las instituciones socio-políticas de la economía agrícola de los países menos desarrollados; se extrae material empírico de la región de los monzones de Asia, de México, y de Colombia. La dimensión de "economía política" del libro consiste esencialmente en notar la concentración de la tenencia de la tierra, la asignación del crédito, etc., y su impacto sobre la difusión del cambio tecnológico y sobre la distribución de los ingresos. Desde que McNamara y el Banco Mundial "descubrieron" el 40 por ciento que está al fondo del perfil de ingresos, es de moda y provechoso escribir sobre el impacto distribucional de cualquier cosa desde la planificación familiar hasta la planificación ambiental. Sin embargo, la mayor parte de los análisis resultan ser superficiales: encuentro que el presente libro no es una excepción. La parte teórica es o familiar o superficial, y la evidencia empírica, la mayor parte citada de los trabajos de otros, no está lo ampliamente basada como para apoyar las afirmaciones demasiado amplias del autor, tales como "muy poco progreso ha ocurrido en las regiones agrícolas de la mayoría de los países subdesarrollados, en el sentido de que la desigualdad no ha disminuido" (p. 198), o "en varias partes de Asia, los estudios han demostrado que los campesinos (aun los muy pobres) ahorran una proporción sustancial de sus ingresos" (p. 227). Algunos ejemplos ilustrarán la superficialidad del análisis teórico de Griffin: por una parte, observa que el costo del capital, i. e., el interés sobre el crédito es más bajo para grandes agricultores que para los campesinos pobres, y como tales, los grandes agricultores usarán más técnicas de capital intensivo. Por otra parte, mantiene también que hay un racionamiento del crédito. Mientras que los grandes agricultores no consiguen todo el crédito que demandan al interés nominal que se les cobra, la tasa de interés efectivo será más alta que la

tasa nominal. Si esta situación es también cierta para los pequeños agricultores, la discrepancia entre las tasas de interés efectivo de las dos clases de agricultores puede diferir de la discrepancia entre las tasas nominales, y en general, uno no puede afirmar nada sobre la dirección de la diferencia. Otro ejemplo es el aserto (Cuadro 2.8, p 38) de que los hechos de que las tasas de arrendamiento y de interés son más altas y la tasa de salarios es más baja para los pequeños agricultores necesariamente implica que las proporciones tierra-trabajo y trabajo-capital son más altas para la pequeña agricultura. En una función de producción de tres factores, sin especificar la naturaleza de la sustitución y complementariedad entre factores, esta aseveración no se puede deducir. Un tercer ejemplo de la superficialidad del análisis es el hecho de que mientras que puede ser cierto que un cambio técnico como la revolución verde puede empeorar la distribución de los ingresos en presencia de distorsiones en mercados de factores, no es de ninguna manera obvio que en el transcurso del tiempo tal empeoramiento no tendrá lugar hasta en ausencia de una revolución verde.

Sin embargo, a pesar de estos defectos, el libro es útil, aunque sea nada más porque ayuda a llevar a una audiencia más amplia los resultados de un número de estudios en países de Asia y América Latina, así como por el hecho (bien conocido en países como la India) de que no se justifica la euforia por el éxito de la revolución verde en transformar la agricultura tradicional.

I. N. SRINIVASAN
INDIAN STATISTICAL INSTITUTE
CALCUTTA 35, INDIA

CHITWOOD, B. B. y CHITWOOD, M. B. *Introduction to nematology* Baltimore, University Park Press, 1974. 334 p

Durante los últimos años, el énfasis puesto en el estudio de los nematodos se ha incrementado notablemente especialmente por el descubrimiento de una infinidad de nematodos patógenos a los cultivos económicamente rentables para el agricultor

Todos estos avances científicos sobre el campo de la nematología no habrían podido ser alcanzados, si no hubiera existido el positivo y definitivo aporte de los estudios sobre la morfología y fisiología, su manera de comportamiento y formas de alimentación.

Dentro de este difícil, pero básico estudio de la clasificación de los nematodos, los estudios y publicaciones realizadas por B.G. Chitwood han constituido un valiosísimo aporte a la ciencia de la nematología. Desafortunadamente las primeras ediciones realizadas en 1937 (primera parte); 1938 (segunda parte); 1941 (tercera parte) fueron hechas en un número tan reducido de ejemplares que no han podido estar al alcance

de todas las personas interesadas en este campo, sino que por el contrario han constituido un privilegio de determinadas bibliotecas particulares.

Por esta razón, esta nueva edición realizada por University Park Press constituye un acierto, ya que pone al alcance de profesores, profesionales y estudiantes un texto en el cual se han fusionado en una sola las ediciones anteriores conformando un libro de fácil comprensión por el magnífico estilo con el que está escrito y un compendio de invaluable información que no ha perdido actualidad a pesar del tiempo transcurrido desde la primera edición.

Este libro presenta en una serie unificada los estudios sobre anatomía de los nematodos, ontogenia, clasificación sistemática además de los aspectos de fisiología. Otro detalle digno de mención constituye la lista detallada de la bibliografía más sobresaliente al final de cada uno de los capítulos; y la buena cantidad de gráficos y dibujos que sin duda alguna ayudarán a los lectores a comprender en mejor forma los diferentes tipos y formas de nematodos.

Por lo expuesto anteriormente se recomienda este libro como una obra de consulta, especialmente para estudiantes de Nematología y debería estar presente en todas las bibliotecas de las Universidades e Instituciones especializadas.

VICTOR PROAÑO
PREDESUR
CALLE MUROS 146
QUITO, ECUADOR

FAO/UNESCO. *Soil map of the world* Vol. 1. Legend
París, Unesco, 1974, 59 p.

El proyecto conjunto FAO-UNESCO es el único intento de poner en un denominador común la información que existe sobre suelos en escala global. Este trabajo enciclopédico resultó en una obra de 10 volúmenes, el primero de los cuales se discute aquí. Este volumen presenta la información introductoria y las definiciones necesarias para comprender los otros volúmenes del trabajo

El pequeño libro tiene cuatro divisiones. La primera, la introducción narra la historia del mapa y presenta y discute sus objetivos.

La segunda división llamada "el mapa" expone las fuentes de información usadas, las bases topográficas del mapa, sus unidades, representación cartográfica y textos de explicación

En la tercera división se presentan las unidades de suelo del sistema FAO-UNESCO y esta división ocupa más de la mitad del volumen. Se expone la nomenclatura propuesta, la manera como se llamaron los horizontes, se identifican los horizontes diagnósticos y las propiedades diagnósticas. En resumen, se definen las unidades de suelo del sistema. Como última subdivisión, se

presenta una clave detallada para la comprensión de las unidades.

Un grupo de 55 referencias ayuda a identificar la información. El volumen también tiene un índice que ayuda a encontrar los diferentes conceptos discutidos en la obra.

Este tomo tiene que ser usado en conjunto con cualquiera de los próximos nueve volúmenes de la obra y así es esencial para las bibliotecas que dan servicio a organizaciones donde se practica enseñanza o investigación en cualquiera de las ramas de la ciencia del suelo.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
COSTA RICA

GOLLEY, F. B., MCGINNIS, J. T., CLEMENTS, R. G., CHILD, G. I. y DUEVER, M. J. Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. Athens, Georgia University Press, 1975. 248 p US\$ 12,00

El concepto del ecosistema fue introducido en 1935 por Tansley como la integración de los organismos vivos con su medio ambiente. A través del libro de Odum "Fundamentals of ecology" publicado en 1959, se centralizó dentro de la investigación ecológica la descripción del ecosistema con todos los aspectos de su complejidad. El libro de Odum "Environment, power and Society", publicado en 1971, dio un nuevo impulso a la investigación ecológica y acentuó la descripción global de los ecosistemas desde todos los puntos de vista. El desarrollo de la ecología en los últimos 15 años es asombrosa, en parte gracias a la utilización de computadoras y desarrollo de diferentes modelos matemáticos determinísticos que permiten resolver la complejidad de los ecosistemas y simular diferentes condiciones difíciles de analizar, científicamente. Hoy en día consideran casi todos los enfoques integrales de descripción de ecosistemas un aspecto estático o un inventario de los recursos iniciarse los estudios y un aspecto dinámico que describe todos los procesos de cambio en el ecosistema por describir; con esos datos se establece un modelo matemático del sistema y con programas de simulación se extrapolan los resultados en el tiempo, en una distribución geográfica determinada o en situaciones específicas de interés científico. El Programa Biológico Internacional (IBP) y el Programa del Hombre y la Biosfera (MAB) han encontrado un gran interés a nivel mundial y han conllevado al desarrollo de una gran cantidad de nuevas investigaciones ecológicas integrales, también en el área forestal. Muestra de ello son varios programas aún en conducción en áreas forestales templadas. En áreas tropicales son aún escasos los proyectos de investigación integrales de ecosistemas forestales.

El libro de Golley y colaboradores es una de las primeras realizaciones en este campo y ello acredita su

gran valor. Los trabajos de campo descritos se iniciaron en 1966, la complejidad de un ecosistema húmedo tropical y la necesidad de participación de un grupo numeroso de especialistas y especialmente el desarrollo de un modelo determinístico lineal no permitieron que el libro fuera publicado antes de 1975. Este libro ha sido muy esperado en el grupo de especialistas en ecología tropical.

El libro de Golley y colaboradores debe considerarse como un informe científico orientado a la evaluación de ecosistemas tropicales en conexión con la construcción de un segundo canal en Panamá. El enfoque sigue las premisas de una investigación ecológica moderna descrita anteriormente. En el inventario de ecosistemas se consideran la estructura y biomasa de cinco ecosistemas y se describe el contenido de elementos químicos en el ecosistema del bosque húmedo tropical. En el capítulo sobre la dinámica de ese ecosistema se consideran los aspectos de la producción y descomposición de hojarasca, la translocación de elementos químicos vía agua y a los animales y se presenta un balance de ganancias (input) y pérdidas (output) de elementos químicos en el ecosistema. Ello se acompaña con el modelo matemático determinístico lineal y se prueba como ejemplo con el comportamiento del potasio. La cantidad de datos evaluados es enorme; es una lástima, sin embargo, que los autores no son suficientemente críticos para presentar con exactitud los métodos de muestreo y evaluar las variaciones estadísticas que se derivan de la complejidad de un ecosistema forestal tropical. Algunos lectores echarán de menos la descripción del suelo como factor importante del ecosistema así como informaciones valiosas como pH y contenido del nitrógeno. Igualmente será necesario indicar que los análisis de aguas como medio de transporte de los elementos químicos son muy escasos y el cálculo de tasas anuales es errático.

En el penúltimo capítulo se comparan los datos encontrados con los pocos datos de la literatura; ese capítulo es, sin embargo, bastante completo. Finalmente, se discuten los resultados desde el punto de vista del uso de la tierra en la región y en la limitación derivada de los elementos químicos. La interpretación se basa en la determinación de los elementos químicos totales; sin embargo habría que considerar por separado las formas y disponibilidad de los diferentes elementos. Se considera que el P y K son los factores limitantes; es una lástima que no se haya determinado el nitrógeno.

El libro de Golley y colaboradores es pionero en la literatura sobre ecosistemas forestales tropicales y encontrará en el gremio de los especialistas una gran aceptación.

HANS W. FASSBENDER
INSTITUTO DE SUELOS Y NUTRICION FORESTALES
UNIVERSIDAD DE GOTTINGEN
ALEMANIA

U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE, SOIL SURVEY STAFF. Soil taxonomy; a basic system of soil classification for making soil surveys. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook 436. 1975. 754 p.

En este libro se trata de presentar un sistema completo y científico de taxonomía de suelos, basado especialmente en material de los E.E.U.U. pero también ensayado en un buen número de otros países. El material es el resultado de más de 20 años de trabajo de distinguidos pedólogos dentro y fuera de los E.E.U.U. con el liderazgo del Dr. Guy D. Smith.

El volumen se inicia con un capítulo sobre los suelos en general y otro sobre clasificación de suelos, que sirven como una introducción general a la obra. Siguen luego dos capítulos que describen los horizontes y las propiedades que permiten diagnosticar las categorías más altas de suelos orgánicos y suelos minerales. Estos dos capítulos, de no menos de 58 páginas, son esenciales para la comprensión del libro, ya que precisan los criterios y su establecimiento para tomar las decisiones en clasificación. Constituyen en general información muy valiosa para clasificar suelos en cualquier sistema que sea.

Los tres capítulos subsiguientes estudian las categorías del sistema propuesto, la nomenclatura del sistema y la identificación de la clase taxonómica del suelo. La gran innovación de la nomenclatura propuesta es, como lo conocen muchos, la 7ª aproximación del sistema que recibió amplia publicidad en el Congreso Internacional de Suelos y en otras ocasiones, de estar basado en raíces latinas y griegas que describen propiedades de los suelos. De esta manera, similarmente como un químico es capaz de derivar las propiedades del nombre de un compuesto orgánico, así el especialista del suelo conocerá las características del suelo basándose en nombre de acuerdo con la taxonomía del suelo.

Los diez capítulos siguientes, que incluyen casi 300 páginas, discuten los diez órdenes del sistema. En cada uno de estos capítulos se define el concepto básico del suelo en este orden de acuerdo con su génesis, los límites que lo separan de los demás órdenes, la definición de los sub-órdenes, grandes grupos y sub-grupos. No menos de 48 excelentes fotografías a colores ilustran algunos de los suelos representativos.

El capítulo siguiente da la diferenciación y la nomenclatura para familias y series de suelos. Se incluyen algunos ejemplos de descripción de series para ilustrar los principios expuestos. El próximo capítulo se dedica a la aplicación de la taxonomía de suelos a reconocimiento de suelos tanto para mapas detallados como para escalas pequeñas. El capítulo que sigue discute los suelos más importantes de los E.E.U.U., su localización y uso agrícola principal.

Seguidamente se trata de comparar la taxonomía de suelos con otros sistemas diferentes de los E.E.U.U.,

como el sistema de 1938, con la 7ª Aproximación del sistema y su suplemento de 1964. Se ensaya también una comparación con la taxonomía francesa de 1967 y los sistemas de Canadá y de la República Soviética. Este capítulo tiene una bibliografía de 50 artículos.

El Apéndice I se dedica a un estudio de los términos empleados para describir suelos. El 2º Apéndice se dedica a la descripción de poros y raíces en suelos y el 3º Apéndice a las pruebas para materiales orgánicos.

El 4º Apéndice contiene en 200 páginas las descripciones de 130 pedones indicando también los métodos usados para describirlos. Se incluye también la información física, química y pedológica de todos los horizontes de estos pedones así como la ecología y frecuentemente el clima de los sitios de donde fueron recogidos. Un buen índice es la última parte del volumen.

Se estima que la obra descrita aquí representa una de las obras principales de la ciencia del suelo contemporánea. No debe faltar en ninguna de las bibliotecas oficiales o particulares a servicio de profesores o investigadores de cualquier rama de la ciencia del suelo.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA "RODRIGO FACIO"
COSTA RICA

COSTA RICA, CONICIT. Catálogo colectivo de publicaciones existentes en Costa Rica. San José, CONICIT, 1976. 479 p.

Esta es una obra de gran mérito para Costa Rica porque un catálogo colectivo de publicaciones es el resultado de una tarea que en este hemisferio han podido realizar sólo unos pocos países de fuerte tradición bibliotecológica y de mayores recursos económicos.

La importancia de estos catálogos está creciendo en la actualidad debido a la conjunción de dos factores prevalentes en el mundo en los últimos años: el aumento de los precios de las revistas científicas, y las disposiciones cada vez más estrictas sobre monedas extranjeras. Esto ha ocasionado la disminución de los títulos que reciben las bibliotecas latinoamericanas, fenómeno que se ha señalado que ocurre también en otras partes del mundo (Cf. *Turrialba* 26: 220. 1976). Las cancelaciones de suscripciones por falta de divisas y por no alcanzar los recursos van a tener efectos deprimidos en la calidad de la enseñanza y de la investigación en Latinoamérica. Va a ser más difícil para el científico mantenerse al día con los adelantos en su especialidad si vé cortadas sus principales fuentes de información primaria.

Uno de los medios de contrarrestar este peligro es el contar con un libro de consulta que indique en qué bibliotecas del país se hallan las revistas buscadas. Así se pueden hacer consultas personales y pedir reproducciones de los artículos que se deseen conservar. Se puede también, con la ayuda del Catálogo Colectivo, coordinar la inevitable cancelación de suscripciones, repartiéndose entre dos o más bibliotecas las revistas de las que no se puede prescindir, como las de compendios, que aunque costosas, son de gran utilidad.

La Biblioteca del IICA, que se ha visto obligada por razones presupuestales, a cancelar varias suscripciones, ha consultado el catálogo antes de tomar una decisión, para saber si ese título suprimido lo recibe alguna de las bibliotecas especializadas en Costa Rica. El peligro reside en que, si no hay una coordinación, ese título sea cancelado simultáneamente por las dos bibliotecas, si cada una cree que la otra renovará la suscripción.

¿Dónde consultar la revista *Mosquito News* de 1972? En la biblioteca del IICA. ¿Dónde se tiene *Recherche* de Francia? En la biblioteca de la Universidad de Costa Rica. ¿Existe en Costa Rica la *Revue de Botanique* del siglo pasado? Sí, en el Museo Nacional de Ciencias. Estas y otras preguntas pueden ser absueltas por el Catálogo. Si bien no se especifican los números que existen de los volúmenes incompletos, dato que sí figura en el catálogo publicado del IICA, se indica la dirección postal y el teléfono de la institución para preguntar ese dato y también si la institución tiene servicios de reproducción fotográfica, dato que podría incluirse en las próximas ediciones de la obra.

Felicitemos al CONICIT por la decisión de hacer un inventario de las colecciones de revistas existentes en Costa Rica. Esta decisión fue seguida por el apoyo económico a la Universidad de Costa Rica, la que formó un equipo bajo la dirección de Efraím Rojas y Nelly Kopper. Este grupo trabajó entusiastamente y, en un plazo de dos años recopiló y publicó la información.

La empresa fue coronada con el éxito y trajo consigo algunos resultados secundarios benéficos, pues algunas bibliotecas se decidieron aprovechar la ocasión para organizar debidamente la ordenación y catalogación de sus colecciones. Esto hace que el proyecto "pueda considerarse como una valiosa labor de extensión bibliotecaria y universitaria" (p. 9).

Notamos que los *Advances* y los *Annual Reviews* figuran sólo en las colecciones de la Universidad de Costa Rica (UCR), cuando los hemos consultado frecuentemente también en la del IICA. Sospechamos que la *Potkuvovedenie* que figura en la UCR es la misma traducción al inglés, *Soviet Soil Science*, que existe en el IICA. *Suelo Tiro* no existe completo en el Ministerio de Agricultura del cual era órgano, pero la colección existe completa en la Biblioteca Nacional, el Banco Central, la UCR y el IICA. La revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos (Montevideo) es AIA y no ANA como figura en el Catálogo. Por otra parte,

es grato enterarse que aquí se mantienen colecciones completas de *Sui* (Argentina), del *Empire Journal of Experimental Agriculture* (Londres, 32 volúmenes), del *Agronomy Journal* (USA 66 volúmenes) y *Unasyva* (FAO), entre otras.

ADALBERTO GORBITZ
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

WHITE, ALASTAIR. El Salvador; nations of the modern world. New York, Praeger, 1973. 288 p.
US \$10.-

Para el académico serio interesado en las repúblicas centroamericanas, este libro ayudará a llenar un vacío que ha existido por largo tiempo. Se ha escrito mucho sobre Guatemala; Costa Rica ha sido también materia de alguna preocupación; pero los países intermedios de El Salvador, Honduras y Nicaragua no han sido bien tratados.

Este volumen particular está bien documentado. Es factual casi hasta el punto de ser difícil de leer. Los eventos en la historia política y económica de los períodos antes y después de la independencia están tratados en gran detalle. Una sección pequeña está dedicada a la historia precolombina, pero este no es un aspecto importante del libro. El fondo histórico se divide en tres partes, el período colonial español, el período de 1800 a 1871, y los últimos 100 años. Además de los desarrollos pasados, se consideran en capítulos separados las actuales situaciones económicas, políticas, sociales, regionales e internacionales.

Como señala el autor, el desarrollo y los problemas de El Salvador son muy parecidos a los de otras repúblicas latinoamericanas. Quizás sus problemas actuales sean aún más agudos, debido a su pequeño tamaño y alta densidad de población. Aun cuando ha habido muchos proyectos de desarrollo auspiciados por el gobierno y por agencias internacionales, la mayoría de la población no se ha beneficiado grandemente.

El papel de los militares en El Salvador está bien documentado en este volumen. Desde 1931 hasta el momento actual, los presidentes militares han mantenido el control. Sin embargo, en elecciones recientes ha habido un creciente desafío de parte de los demócratas cristianos.

Mirando el presente y hacia el futuro, el Dr. White sugiere que hay un movimiento perceptible hacia la izquierda política. Esto podría terminar en una "solución peruana", con un gobierno militar izquierdista. En lo que se refiere a la posibilidad de un levantamiento de guerrillas rurales que siga el modelo de la revolución cubana, cree que las probabilidades son, "tal como están las cosas, muy escasas" (p. 255). Ve la distribución de la tierra como una de las reformas tempranas que se necesitan. La creación directa de empleos

por el gobierno podría ser también necesaria, aunque difícil de obtener, mediante el establecimiento de empresas nacionalizadas.

El estilo de presentación del autor es claro y directo, muy parecido al de Parker en el libro anterior sobre América Central (Oxford University Press, 1964). Casi toda la información se presenta en forma narrativa, aunque algo de ella podría haberse convertido mejor en cuadros o gráficos. Este volumen será muy valioso para historiadores, particularmente aquellos interesados en la historia política y económica de América Central. Es también la clase de libro de referencia que todos los latinoamericanistas podrían desear agregar a sus bibliotecas. No es la clase de libro que sería leído por su interés popular por el turista que proyecta una visita a El Salvador. La presentación de White es erudita en todo el sentido de la palabra.

EDGAR G. NESMAN
UNIVERSITY OF SOUTH FLORIDA
TAMPA, FLORIDA 33620
U.S.A.

BEEVERS, LEONARD. Nitrogen metabolism in plants. London, Edward Arnold, 1976. 333 p. (Contemporary Biology Series) £ 14 net

La obra transcribe la literatura concerniente al metabolismo del nitrógeno en las plantas superiores. El autor analiza e integra, con excelente propiedad, la información actualizada propia de cada tema. Por el amplio espectro de éstos y por tratarse de la contribución más reciente sobre el metabolismo del nitrógeno, el libro puede ser adoptado como texto para la enseñanza de un curso específico.

El libro empieza con una descripción de las interconversiones de los componentes nitrogenados inorgánicos del suelo, seguido de un comentario en torno a las fuentes disponibles para las plantas y de una descripción de la absorción y conversión de las formas inorgánicas en fracciones complejas, que culmina con la interrelación entre fotosíntesis, glicólisis y el mecanismo de reducción del nitrato. La biosíntesis de aminoácidos y compuestos afines la presenta con extensión y profundidad al igual que la ocurrencia de las reacciones subsidiarias conducentes a la síntesis de alcaloides, glicósidos cianogénicos, hormonas de crecimiento, porfirinas y cofactores. Dentro de los procesos de síntesis incluye el correspondiente a las purinas y a los nucleósidos piridínicos, lo que concluye con una sinopsis de lo que se sabe hasta ahora respecto al metabolismo del ácido nucleico. La secuencia de las diferentes rutas metabólicas, propias del metabolismo del nitrógeno, conducen al lector, finalmente, a una discusión sobre la síntesis de las proteínas y su regulación. Esta parte de la obra, que comprende los seis primeros capítulos, presenta, con singular claridad, el acervo de información básica con que se cuenta, representativa de los procesos biosintéticos y degradativos propios del metabolismo del nitrógeno. Los tres últimos capítulos,

que conforman una segunda parte del libro, están dedicados al metabolismo del nitrógeno en las semillas, en la planta entera y durante la maduración y senectud de las hojas. Se ocupa de aspectos de particular interés para especialistas en fisiología de la producción, por tratarse de temas sobre crecimiento y desarrollo, cuya presentación y discusión integral no es común en la literatura pertinente.

El autor discute la información revelada en secciones veintitrés citas bibliográficas, lo que provee una excelente fuente de referencia para los investigadores interesados en el metabolismo del nitrógeno en las plantas superiores.

JOSE F. CARVAJAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA

GONZALEZ, L. C. Introducción a la Fitopatología. San José, (Costa Rica) Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1976. 148 p. US\$ 3 00 (Libros y Materiales Educativos N° 29).

For any years anyone wishing to teach a course in introductory or elementary plant pathology at the university undergraduate level in the Latin American tropics has been faced with the problem of recommending an appropriate text in Spanish to complement class material. A few books in Spanish on plant pathology do exist but possess one or more of the following disadvantages; they are either too advanced for a basic plant pathology course, are largely out-of-date, are generally not concerned with plant diseases in the American tropics, or are merely a list of tropical plant diseases and their control with no discussion of the general principles involved. Spanish translations of some English texts also have been produced but almost without exception these are not only too advanced but deal almost exclusively with temperate region diseases. The publication of this book, therefore, repairs a major omission in Spanish-language plant pathology literature.

Dr. González has adopted the outline recommended for basic plant pathology courses by Latin American university teachers at meetings in Perú and Guatemala, supplementing this with his own ample teaching experience. In so doing, he has succeeded admirably in realizing the two basic aims of the book, namely, to provide a concise but complete coverage of the fundamental principles of plant pathology, illustrated by means of examples from tropical agriculture, whilst maintaining the price within reach of all students. The work possesses a further advantage in that it is fully up-to-date.

The book touches on, at least briefly, most of the important general principles of plant pathology, and while those principles which are unique to tropical phytopathology are not explicitly mentioned, they are

indirectly stressed by means of the many examples taken from tropical American diseases. Two preliminary chapters briefly discuss such aspects as the importance of plant diseases, the concept of disease, types of parasitism, types of disease symptoms, and historical development of the concept of pathogenicity. The following five chapters are devoted to the general characteristics of the different kinds of disease-causing microorganisms. The major feature of the four classes of fungi are dealt with first, followed by short chapters describing the basic characteristics of phytopathogenic bacteria, mycoplasma, spiroplasmas and Rickettsia-like plant pathogens, plant viruses, and phytoparasitic nematodes.

Succinct accounts of variability within plant pathogens and the various mechanisms by which this occurs, and methods for diagnosing diseases are presented in the next two chapters. Host-parasite relationships are afforded more detailed treatment in the following chapter which includes accounts of the activities of the pathogen (germination, penetration, establishment of infection, production of pathogenic or phytotoxic substances, and the development of symptoms) and the response of the host plant to infection (changes in metabolism and mechanisms of resistance). General aspects of epiphytology, such as disease cycles, dissemination of pathogens, effects of environment on disease development, and the progress of epiphytotic, are considered in the next chapter.

The concluding chapters are devoted to disease control. The first of these discusses the use of disease-resistant plants, avoidance of disease by selection of appropriate times and sites of planting, exclusion by quarantines and the use of disease-free propagative material, eradication of diseased plants and plant parts by rotation, phytosanitation and chemical treatment, protection of plants by means of correct cultivation practices, the control of insect vectors and the use of protectant fungicides, and finally control through the application of chemotherapy. The last chapter deals with the types of chemical treatment used in plant disease control and their methods of applications and ends with what amounts to an annotated list of some of the more common fungicides, soil fumigants and nematocides, and antibiotics in current usage.

For considerations of cost, the author has been obliged to be as brief as possible in his treatment of the various principles. However, for more detailed information each chapter concludes with a short bibliography citing general but more advanced texts recommended for supplementary reading. Despite the limits on size, the author has largely avoided presenting a dry catalogue of facts and statements and instead has written in a simple and straightforward manner which should be readily understood by newcomers to the often bewildering diverse facets and terminology of the field of plant pathology.

This is an attractively and accurately prepared publication, adequately illustrated with some 26 clearly produced line-drawings, although the eight plates

depicting a few selected disease symptoms are less clearly reproduced. At \$ 3.00 this book is well within the limited means of most university students and considering the purpose for which it was intended it can be unreservedly recommended.

J. S. LAWRENCE
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
TURRIALBA, COSTA RICA

RIMBERG, D. Municipal solid waste management.
Park Ridge, N. J. Noyes Data Corp. 1975. 381 p.

El libro de D. Rimberg representa la comunicación N. 26 de la Serie "Pollution Technology Review". La importancia de la obra se puede ver en el desarrollo de la producción de desechos comunales en los países industrializados como los Estados Unidos; de 1,3 kg. por día y ciudadano para 1920 ha subido a 2,3 en 1970 y para 1980 se espera llegar a 3,7. Ello trae una serie de problemas en el desarrollo urbano y la necesidad de un manejo adecuado de los desechos.

El libro está dividido en tres partes. En la primera sección se trata la naturaleza de los desechos, los métodos de colección y deposición y en un capítulo muy acertado se presentan nuevas técnicas de manejo de desechos; aquí se describen nuevos procesos mecánicos, químicos y físicos de tratamiento.

En la segunda parte del libro se tratan aspectos financieros y económicos del manejo de desechos y se presentan los diferentes pasos en la elaboración de un plan de manejo de ellos. En la tercera y última parte del libro se presentan una serie de experiencias de algunas ciudades de USA en el manejo de los desechos. Los sistemas utilizados en Columbus (Ohio), Dallas (Texas), Detroit (Michigan), Fresno (California), Houston (Texas) y Jacksonville (Florida) se presentan en forma bastante detallada y pueden considerarse como representativos para los diferentes tipos de ciudades, desde las más altamente industrializadas hasta las de tipo rural.

La obra será de mucho interés para aquellos especialistas que trabajan en la administración y planeamiento urbano, y que encontrarán en el libro muchas nuevas informaciones sobre el desarrollo en el sector en los últimos años. Sin embargo los lectores se verán frustrados al no encontrar ninguna referencia o información bibliográfica que permita profundizarse en la materia o ayude a encontrar la información original de los diferentes trabajos.

HANS W. FASSBENDER
INSTITUTO DE SUELOS Y
NUTRICIÓN FORESTALES
UNIVERSIDAD DE GÖTTINGEN
REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

Otros libros recibidos

SHAW, R. PAUL Land tenure and the rural exodus in Chile, Colombia, Costa Rica y Perú Gainesville, University Presses of Florida, 1976. 180 p. US \$11.50 net. (Latin American Monographs, Second Series).

Propone un modelo determinístico teórico de la emigración de los sectores rurales de algunos países latinoamericanos con tasas altas de crecimiento demográfico, distribución inflexible de la mano de obra agrícola y una distribución muy dispareja de la tierra, con grandes latifundios y una gran clase de asalariados agrícolas. El modelo es probado empíricamente basándose en la experiencia de Chile en 1952-60, Perú en 1940-61, Costa Rica en 1950-63, y Colombia en 1951-64, mediante regresión múltiple y el análisis gráfico. Discute políticas posibles para controlar las tasas altas de migración rural-urbana en América Latina. Concluye que la reforma agraria y la distribución de la tierra tendrán beneficios benéficos adicionales, si están acompañadas por medidas de apoyo. Tiene apéndices, bibliografías e índice. El autor trabaja con la División de Población de las Naciones Unidas en Nueva York.

PEST CONTROL in rice 2nd ed. London, Centre for Overseas Pest Research, 1976. 295 p. (Pans Manual N° 3) £ 2.25 neto

Este útil manual fue comentado en *Turrialba* (Vol. 21, p. 127) cuando recién apareció. En esta segunda edición se han hecho varios cambios para hacerlo más simple y más práctico. Se ha incluido un nuevo capítulo sobre maquinaria y se han eliminado en el texto las referencias a la literatura, agregándose en su lugar una lista de referencias al final de cada sección. Las estadísticas alcanzan ahora hasta 1974. En hongos e insectos ha habido algunos cambios taxonómicos; por ejemplo, la forma perfecta de *Rhizoctonia solani* ya no es un *Corticium* sino *Thanatephorus cucumeris*.

Nuevamente se enfatiza que los roedores constituyen la más grande plaga del arroz, especialmente en el campo, donde no se han hecho tantas investigaciones como en la etapa de almacenamiento.

LAND AND WATER development; selected literature 1975. Wageningen, International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1976. 96 p. (Bibliography 12).

Esta publicación no hace honor a los méritos del ILRI, el que tiene algunas contribuciones de gran utilidad informativa y pedagógica. Intenta presentar libros, artículos e informes recientemente publicados en desarrollo de tierras y aguas (y materias relacionadas),

con especial referencia a su aplicación en países en desarrollo. En realidad, se ignora casi por completo la producción latinoamericana, publicada en español, y que es abundante. No hay sorpresas en el escogimiento de las revistas analizadas, que son las más obvias para el lector de habla inglesa. Como no hay índice de autores, ni de materias, y las citas en los 11 capítulos no están colocadas en orden alfabético (ni algún otro reconocible), es casi imposible encontrar una referencia por segunda vez. Los títulos de revistas se abrevian al parecer sin seguir ninguna de las normas difundidas; algunos se abrevian caprichosamente; la mayoría, no

HENRY, J. M. Analyse d'acclimatation de végétaux en zone équatoriale zairoise de basse altitude. Tervuren (Bélgica), Centre d'Informatique Appliquées au Développement et à l'Agriculture Tropicale (CIDAT), 1976. 549 p. (Cahiers de la Recherche en Analogie Agrobioclimatique Fascicule I).

En este volumen, el primero de una nueva serie publicada por CIDAT, J. M. Henry analiza los problemas encontrados y los resultados obtenidos en la introducción de material vegetal en las regiones de baja altitud de Zaire.

La serie en general abarcará todos los estudios tendientes a mejorar la técnica de la analogía entre ecosistemas terrestres pantropicales, desarrollada por las investigaciones del Centro y presentada por el propio Henry durante el Programa Internacional Biológico (cf. *Turrialba* 26: 214 1976).

La serie se suma a la de *Thésaurus* que comprende catálogos de técnicas descriptivas geográficas, climáticas, paisajistas, edafológicas y fitosociológicas, y a la de *Bibliographies Analytiques*.

El libro es principalmente una exposición de la técnica de la analogía a los ecosistemas, presentada con datos recolectados en Zaire. Esto ha hecho que su longitud haya crecido mucho, y le resta interés para el no especialista que desea ver la clase de resultados que se pueden obtener para una región sin perderse en los minuciosos detalles de los métodos empleados. Por supuesto, para el especialista que desee probar la técnica, el libro es invaluable.

La esencia de la técnica consiste en traducir los parámetros de los diferentes factores del medio: clima, paisaje, suelo, cubierta vegetal, en juegos independientes de descriptores parasifónicos, que permiten describir en detalle y deducir lógicamente todas las consecuencias agronómicas.

Entre los cultivos tratados, cabe señalar el cacao (pp 181-219), el café robusta (pp 154-165), la yuca (pp 315-320), y el arroz (pp 329-452). Tiene numerosas referencias, algunas de América Latina, índice de materias y un buen resumen, del que hubiese sido conveniente incluir la versión en inglés.