

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 28

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1978

NUMERO 2

CODEN: TURRAB 28(2)97-162

<i>Caracterización y clasificación de algunos suelos del bosque amazónico peruano (en español)</i> S. Flores P., A. Alvarado, E. Bornemisza	99
<i>Papel del fósforo y del cobre sobre el crecimiento y composición del café Arábica cultivado en arena (en inglés)</i> E. A. Aduayi	105
<i>Efecto de la morfotina clorfuretol sobre el contenido de pigmentos en Phaseolus vulgaris cv 'Contender', (en español)</i> A. Ballester, M. I. Arses, F. Pérez E. Vieitez	113
<i>Sobre la emergencia y vuelo de dos cerambicidos chilenos, Holópterus chilensis y Cheloderus childreni (en español)</i> R. I. Gara, Luis Cerda M. Ernesto Kraemer	117
<i>Efectos de los macronutrientes en el crecimiento y acumulación de materia seca en el marañón (Anacardium occidentale L.) (en inglés)</i> J. A. Falade	123
<i>Retención de sulfatos en suelos de Costa Rica (en español)</i> Edgardo Ramírez, Donald D. Oelsligle	129
<i>Crecimiento temprano y fotosíntesis en tomate (Lycopersicum esculentum) en condiciones nutritivas deficientes (en inglés)</i> Norma Motta, E. Medina	135
<i>Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos II Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de gallinaza y almidón (en español)</i> A. Ruiz, M. E. Ruiz	143
<i>Comunicaciones.</i>	
<i>Ciclo estacional de un minador subcortical del coigüe (Nothofagus dombeyi) (en español)</i> P. Carey, S. Cameron, I. Cerda, Robert I. Gara	151
<i>Cambios inducidos por el etileno en la composición química del mucílago de café (en inglés)</i> G. Sudhakara Rao, D. Venkataramanan, T. S. Partha, K. N. Rao	153
<i>Contaminación con arsénico, paralela a la alcalinización y salinización de suelos, provocada por el agua de riego (en español)</i> Nilda B. Reinaudi, Raúl S. Lavado	155
<i>Estímulo al crecimiento del grano de café mediante aplicaciones exógenas de etileno (en inglés)</i> , G. Sudhakara Rao	157
<i>Notas y comentarios</i>	104, 111, 112, 116, 121, 122, 127, 128
<i>Reseña de Libros</i>	134, 142, 149, 150, 159



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

# Caracterización y clasificación de algunos suelos del bosque amazónico peruano, Iquitos<sup>\*1/</sup>

S. FLORES P.\*\*, A. ALVARADO\*\*\*, E. BORNEMISZA\*\*\*

## ABSTRACT

*Eleven soil profiles from Iquitos area, Peruvian part of the upper Amazon Basin, were studied. Detailed information is given on three profiles representing the principal physiographical positions in the area (concave, convex and a transition). Different types of vegetation characterized these positions, corresponding to a "common" mixed perennifoliar vegetation to the first soil, a "varillal" type vegetation to the second and a transitional form to the transitional soil.*

*The soils from the concave classify as Ultisols or Nitosols while the soils from the convex area are Spodosols or Podzols. All soils are very sandy and present problems due to their low CEC, acidity and low potassium content. The depressionary areas have a poor drainage also.*

## Introducción

LA llanura amazónica o selva baja peruana que forma el curso superior del río Amazonas, constituye la región más extensa y menos poblada del Perú, con una extensión de cerca de 55 millones de hectáreas, aproximadamente el 43 por ciento de la superficie territorial (30).

Investigación prioritaria en esta región es el inventario general de los suelos y la correlación de los nombres de las unidades de suelos con sistemas de clasificación internacionalmente aceptados (1,3).

El área en estudio está ubicada dentro de la Cuenca Superior del Amazonas Peruano en la zona de Iquitos con coordenadas 3°45'S y 73°11'W y altitud 180 m s.n.m. Ocupa terrazas no inundables de relieve plano a ligeramente ondulado, formadas sobre sedimentos no consolidados del terciario-cuaternario, constituidos en su mayor parte por arcillas caoliníticas y areniscas o arenas cuarzosas (9). La región se incluye

en la formación ecológica Bosque Húmedo Tropical (29), con precipitación promedio anual de 3000 mm sin estación seca acentuada con una temperatura media mensual de 26°C aproximadamente constante todo el año. La vegetación dominante es de bosque virgen perennifolio de composición florística heterogénea y en pequeña escala agricultura de subsistencia bajo el sistema de agricultura migratoria.

En el presente estudio se caracterizan y clasifican algunos perfiles de suelo del bosque amazónico en Iquitos, según la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos (26), Mapa Mundial de Suelos FAO/UNESCO (10), y Sistema Capacidad-Fertilidad de Buol *et al* (7).

## Materiales y métodos

Previo reconocimiento aerofotográfico y comprobación de campo, se ubicaron once perfiles a lo largo de una trocha de 2 km de longitud que incluía dos formaciones de bosques representativos de la zona y su transición. En este trabajo se discuten tres perfiles de suelos representativos de cada una de las zonas fisiográficas-vegetacionales, ya que sus propiedades representan los suelos del transecto. El perfil 1 se hizo

\* Recibido para la publicación 1° de diciembre de 1977.

1/ Este artículo se basa en la tesis de MS presentada por el primer autor al Programa de Posgrado UCR-CATIE.

\*\* Profesor de Suelos, Universidad Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

\*\*\* Profesores Escuela de Fitotecnia y Programa de Posgrado UCR-CATIE, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

bajo vegetación de bosque mixto perennifolio tipo común (*Hymenaeae, Iryanthea, Viola, Simarouba, Aniba, Nectandra, Lecythea, Cecropia, Pououma y Manilkara*) y el perfil 3 bajo vegetación de bosque mixto perennifolio tipo varillal (*Bombax, Manilkara, Hevea, Protium, Schizolobium, Symphonia* y abundantes palmas). El perfil dos se hizo en una zona de transición.

Se caracterizaron morfológicamente los perfiles, se muestrearon y posteriormente en el laboratorio se analizaron sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas según las exigencias de la Taxonomía de Suelos (26).

Los procedimientos analíticos usados fueron: humedad, por gravimetría (12); densidad aparente, según la técnica descrita por Hardy (13); densidad de partículas y textura por el método de Forsythe (11); arcilla dispersable en agua, según la técnica descrita por Macías (14); color, de acuerdo a las Tablas Munsell (17, 18); separación de la fracción arcillosa y pretratamiento para análisis mineralógico, según la técnica descrita en el manual de laboratorio del USDA (25), pH, potenciométricamente en H<sub>2</sub>O (1:1) y KCl

1N (1:1) (21); materia orgánica, según Walkley y Black (31); N total por el método de micro-Kjeldahl según Bremner (5); acidez intercambiable por el método de Yuan (28); CIC según Bower *et al* (4) con NH<sub>4</sub> OAc pH 7,0 y por el método BaCl<sub>2</sub> - TEA pH 8,2 (20); óxidos libres de hierro y aluminio por el método de ditionito-citrato-bicarbonato (15) y por el método de pirofostato de sodio (2); fósforo disponible basado en el método de Olsen (19). La mineralogía de arcillas fue determinada por el método difractométrico de rayos X, utilizando un difractómetro de rayos X General Electric XRD-5; todas las muestras fueron irradiadas usando cobalto K 1, radiación 1,7887 Å. Estas últimas determinaciones se realizaron en los laboratorios de University of North Carolina a quienes se les agradece la colaboración

### Resultados y discusión

La caracterización y clasificación general de los suelos en estudio (Cuadros 1, 2, 3 y 4) permite distinguir dos grupos 1) suelos sin horizonte cementado, con horizonte argílico ácido, de mineralogía predomi-

Cuadro 1.—Características físicas de algunos suelos del bosque Amazónico Peruano, Iquitos.

Perfil Nº	Hori- zonte	Profun- didad cm	Densidad g/cc		Granulometría			Clase Textural	Arcilla disper- sable en agua %	Limo/ Arcilla
			Particu- las	Apa- rente	Arena %	Limo %	Arci- lla %			
	A1	0-10	2,57	1,96	93,5	5,8	0,8	Arenoso	0,084	7,67
	A2	10-20	2,58	1,58	86,8	5,5	0,8	Arenoso franco	0,082	0,71
1	A3	20-70	2,63	1,48	88,5	3,3	11,3	Arenoso franco	0,002	0,39
	B1	70-135	2,61	2,20	86,5	2,3	11,3	Arenoso franco	0,001	0,20
	B2	135-150	2,63	2,39	88,3	0,5	11,3	Arenoso franco	0,001	0,04
	A1	0-15	2,59	1,45	55,0	36,0	9,0	Franco arenoso	0,156	4,00
	A2	15-40	2,57	1,90	46,5	38,0	15,5	Franco	0,407	2,45
2	A3	40-70	2,65	2,36	38,5	42,5	19,0	Franco	0,579	2,24
	B1g	70-110	2,60	2,47	31,0	34,0	35,0	Franco arcilloso	0,001	0,97
	B2g	110-150	2,68	2,14	59,5	18,5	22,0	Fra arc arenoso	0,001	0,84
	A2	0-40	2,63	1,39	80,5	13,0	6,5	Arenoso franco	—	2,00
	A3	40-55	2,55	2,35	69,5	16,5	14,0	Franco arenoso	—	1,18
3	B1	55-80	2,52	2,29	69,5	12,3	18,3	Franco arenoso	—	0,67
	B2mh	80-110	2,48	—	79,5	6,8	13,8	Franco arenoso	—	0,49
	B21	110-150	2,56	—	71,8	7,8	20,5	Fra. arc arenoso	—	0,38

Cuadro 2.—Características químicas de algunos suelos del bosque Amazónico Peruano, Iquitos.

Perfil Nº	Horizonte	Profundidad cm.	pH		C %	N Total %	Meq/100 g. de suelo					Suma de Cationes	S.B. %	P Dispo- nible ppm	
			H <sub>2</sub> O 1:1	KCl 1:1			CIC	Ca	NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0 Mig	K	Na				Al
1	A1	0-10	3,75	3,20	1,63	0,10	2,8	0,23	0,05	0,10	0,05	0,85	2,08	21	8
	A2	10-20	3,95	3,50	2,26	0,13	4,6	0,27	0,07	0,09	0,04	1,35	2,97	16	4
	A3	20-70	4,30	3,90	1,79	0,12	4,6	0,15	0,06	0,07	0,05	0,56	1,43	23	4
	B1	70-135	4,55	3,90	0,20	0,05	2,3	0,17	0,06	0,08	0,04	0,50	1,40	25	1
	B2	135-150	4,25	3,75	0,04	0,03	2,3	0,17	0,05	0,07	0,04	1,05	1,95	17	1
2	A1	0-15	4,00	3,40	1,56	0,12	4,1	0,31	0,10	0,15	0,07	0,99	2,63	24	12
	A2	15-40	4,30	3,70	0,43	0,05	3,2	0,25	0,07	0,14	0,10	1,55	5,18	11	1
	A2	40-70	4,40	3,80	0,27	0,04	2,3	0,30	0,04	0,08	0,07	1,36	2,77	18	1
	B1g	70-110	4,20	3,70	0,12	0,03	9,7	0,09	0,04	0,11	0,09	4,30	6,18	5	1
	B2g	110-150	4,30	3,70	0,04	0,03	6,9	0,16	0,05	0,12	0,07	5,00	7,08	6	1
3	A2	0-40	5,20	4,40	—	—	0,5	0,17	0,04	0,07	0,04	—	0,50	61	1
	A3	40-55	4,00	3,20	2,61	0,07	5,9	0,31	0,05	0,08	0,05	2,10	4,59	11	1
	B1	55-80	4,00	3,40	2,69	0,07	10,9	0,15	0,03	0,26	0,06	2,84	5,50	9	1
	B2mh	80-110	4,20	3,60	3,27	0,07	14,3	0,11	0,05	0,07	0,06	3,15	5,64	5	11
	B21	110-150	4,40	4,00	1,75	0,03	3,2	0,13	0,08	0,07	0,05	0,88	2,21	15	3

Cuadro 3.—Mineralogía de arcillas de algunos suelos del bosque Amazónico Peruano, Iquitos

Perfil	Horizonte	Minerales de Arcilla*
1	A2	K-1, I2, P2, Q1
	B2	K-1, I2, P2, Q1
2	A2	K-1, F2, P2, Qt, It
	B1g	K-1, I2, P2, M1, Qt, Ht
	B2g	K-1, I1, M2, Ht, Qt
3	A2	Q1
	B2mh	K-1, I2, M1, P1, Mol, Q2
	B2t	K-1, I2, Pt, Q2

*K = Caolinita	Estimación semicuantitativa
I = Interestratificados	1 > 50%
Q = Cuarzo	3 25-50%
M = Mica	2 10-25%
P = Pirofilita	1 < 10%
H = Haloisita	t trazas
Mo = Montmorillonita	

nantemente caolinítica, arcilla dispersable en agua, bajo bosque mixto perennifolio tipo común en relieve convexo y 2) suelos con horizonte cementado entre 60 y 100 cm de profundidad, desarrollados en materiales cuarzosos, sin arcilla dispersable en agua, bajo bosque mixto perennifolio tipo varillal, en relieve cóncavo mal drenado. El perfil 1 representa el primer grupo y el perfil 3 el segundo, presentándose un perfil 2 de transición con rasgos de gleización y arcilla dispersable en agua.

Es probable que las diferencias vegetacionales observadas se deban no sólo a las condiciones de drenaje sino también a una acumulación de bases en las depresiones como puede observarse en el horizonte superior del perfil 3 sobre el cual crecen incluso palmas

Todos los perfiles presentan un epipedón ócrico; además el perfil 1 tiene un horizonte argílico y el perfil 3 un horizonte espódico. Esta asociación de suelo fue anteriormente reconocida por Dames, citado por Mohr, van Baren y van Schuylenborg (16) quien encontró, al igual que en este estudio (Cuadro 3), que los Espodosoles se formaban en materiales ricos en cuarzo. No obstante que la posición en el relieve de los suelos fue la misma para Dames, en este estudio se encontró que la zona de transición entre las condiciones con eluviación de arcilla (convexas) y óxido de hierro y humus (cóncava), presenta gleización. Este fenómeno fue explicado para condiciones de relieve ondulado y depresional por Buol, Hole y McCracken (6).

La clasificación de estos suelos como Ultisoles y Espodosoles según la Taxonomía de Suelos (26) o como Nitosoles y Podzoles según FAO (10) (Cuadro 4) confirman estudios realizados en la cuenca superior del Amazonas Peruano por Sánchez y Buol (22, 23) y Zamora (19, 30). Se puede suponer en base de los resultados presentados que los suelos dominantes del área no son Oxisoles (8,27) ni Ferralsoles (9) como se afirmaba, especialmente antes de disponer de datos de laboratorio.

La clasificación de los suelos por el sistema de Buol *et al* (7) resalta la textura arenosa de los mismos, asociada con baja capacidad de intercambio de cationes (c), acidez (a), falta de potasio (k) y exceso de agua (g), esto último en los Espodosoles. De los datos se desprende que estos suelos tienen severas limitaciones de uso agrícola debido principalmente a su alta meteorización. En particular, los Ultisoles se ven limitados por la toxicidad con aluminio y los Espodosoles por el mal drenaje, sumados ambos a la poca capacidad de retención de cationes y agua en ambos sistemas.

En base a esta clasificación parece poco probable que se pueda utilizar agrícolamente en forma eficiente estos suelos sin inversiones sumamente altas. Se estima que según la clasificación de Buol *et al* (7) estos suelos no deberán ser usados en agricultura sino permanecer en bosques.

Cuadro 4.—Clasificación de algunos suelos del bosque Amazónico Peruano por varios sistemas

Perfil	Taxonomía de Suelos	FAO/UNESCO	Buol <i>et al</i>
1	Humoxic Tropohumult	Nitosol Húmico	A eak
2	Orthoxic Tropudult	Nitosol Distrito	F eak
3	Ultic Tropaquod	Podzol gléico	A ekg

## Resumen

Se estudiaron once perfiles de suelos de la región de Iquitos, en el Amazonas Peruano de los cuales se presentó información de tres perfiles representativos de las tres posiciones fisiográficas (cóncava, convexa y su transición) bajo tres tipos de vegetación (bosque mixto perennifolio tipo común, tipo varillal y su transición).

Los suelos en la parte cóncava clasificaron como Ultisoles o Nitisoles y los de la zona convexa como Espodosoles y Podzoles. Los suelos son muy arenosos y presentan problemas de baja retención de cationes, acidez, deficiencia de potasio y en la depresión de mal drenaje.

## Literatura citada

- 1 AUBERT, C y TAVERNIER, R Estudio edafológico. *In* Suelos de las regiones tropicales húmedas Buenos Aires, Marymar, 1975. pp 29-62.
- 2 BASCOMB, C. L. Distribution of pyrophosphate extractable iron and organic carbon in soils of various groups. *Journal of Soil Science* 19: 251-269 1968
- 3 BEINROTH, F. H. Relaciones entre la taxonomía de suelos de los Estados Unidos, el sistema de clasificación de suelos de Brasil y las unidades de suelos de FAO/UNESCO. *In* Bornemisza, E. y Alvarado, A eds. Manejo de Suelos en la América Tropical, North Carolina State University, 1975 pp 93-110.
- 4 BOWER, C. A *et al* Exchangeable cation analysis of saline and alkaline soils. *Soil Science* 73(3) 251-261 1952.
- 5 BREMMER, J. M. Total nitrogen. *In* Black, C. A., ed Methods of soil analysis. Madison Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp 1171-1175.
- 6 BUOL, S., HOLE, F. D y McCracken, R. J. Soil genesis and classification. Ames, Iowa State University Press, 1973. 360 p
- 7 ——— *et al*. Clasificación de suelos en base a su fertilidad. *In* Bornemisza, E. y Alvarado, A. eds Manejo de Suelos en la América Tropical. North Carolina State University, 1975 pp 129-144.
- 8 DROSDOFF, M., QUEVEDO, F. y ZAMORA, C. Soils of Perú. *In* International Congress of Soil Science, 7th, Madison Wisconsin, 1960. Amsterdam, International Society of Soil Science, v 3; 1961 pp 97-111.
- 9 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Mapa mundial de suelos. América del Sur, París, UNESCO, v 4; 1971. 201 p
- 10 ———. Mapa mundial de suelos. Leyenda, París, UNESCO, 1976. v. 1; 60 p
- 11 FORSYTHE, W. Manual de laboratorio de física de suelos. Turrialba IICA, 1975 pp. 34-37
- 12 GARDNER, W. H. Water content. *In* Black, C. A., ed Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 82-125.
- 13 HARDY, F. Edafología tropical. México, Herrero, 1970 pp 16-17.
- 14 MACIAS, M. Propiedades morfológicas, físicas, químicas y clasificación de ocho "latosoles" de Costa Rica. Tesis Mag Sci Turrialba, IICA, 1969 pp 24-25
- 15 MEHRA, O. P y JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soil and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *In* National Conference on Clays and Clay minerals, 7th, Washington, New York, Pergamon Press, 1960. pp. 317-327
- 16 MOHR, E. C. J., van BAREN, F. A. y van SCHUYLENBORGH, J. Tropical soils, a comprehensive study of their genesis. 1ª ed. rev. Geuze Dorducht, the Netherlands, 1972. 481 p
- 17 MUNSELL COLOR. Munsell soil color charts. Baltimore, Maryland, Seven charts 1975.
- 18 ———. Munsell tropical soil color charts. Baltimore, Maryland. Two charts. 1975
- 19 OLSEN, S. R. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture. Circular N° 939, 1954. 19 p
- 20 PEECH, M., COWAN, R. L. y BAKER, J. H. A critical study of the BaCl<sub>2</sub>-TEA and the ammonium acetate methods for determining the exchangeable hydrogen content of soil. *Soil Science Society of America Proceedings* 26(1): 37-40. 1962
- 21 ———. Hydrogen-ion activity. *In* Black, C. A. ed Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965 pp 914-925.
- 22 SANCHEZ, P. A y BUOL, S. W. Características morfológicas, químicas y mineralógicas de algunos suelos de la Selva Baja del Perú. Lambayeque, Perú. Programa Nacional de Arroz. Informe Técnico N° 56, 1971. 21 p
- 23 ———. Properties of some soils of the upper Amazon Basin of Perú. *Soil Science Society of America Proceedings* 38: 117-121. 1973.
- 24 TOSI, J. Zonas de vida natural en el Perú. Lima, Perú, IICA, (HCA Boletín técnico N° 5) 1960. 271 p
- 25 U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE SOIL CONSERVATION SERVICE. Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples, 1972. 90 p.
- 26 ———. Soil taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. *Agricultural Handbook* N° 436, 1975. 754 p.
- 27 YUAN, T. L. Determination of exchangeable hydrogen in soils by titration method. *Soil Science* 88: 164-167 1959
- 28 ZAMORA, C. Breve reseña sobre los suelos de podzol de las regiones tropicales del Perú. Lima, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, 1968. 7 p
- 29 ———. Los suelos de las tierras bajas del Perú. *In* Bornemisza E y Alvarado, A. eds Manejo de Suelos en la América Tropical; North Carolina State University, 1975 pp. 45-60
- 30 WALKLEY, A. y BLACK, C. A. An examination of the Degtjareff's Method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic titration method. *Soil Science* 37: 29-38. 1934.

## Notas y Comentarios

### *La semigamia y el mejoramiento del algodón*

El descubrir plantas haploides y duplicar sus cromosomas con colchicina es un medio rápido de obtener líneas puras ahorrando los años que hay que emplear siguiendo los métodos convencionales. La dificultad estriba en lo rara que es la ocurrencia de la haploidía en la naturaleza; en el caso del algodón, un haploide en alrededor de 10 mil semillas. El descubrimiento de la semigamia en un haploide único de algodón Pima por el E. L. Turcotte y C. V. Feaster del Laboratorio Occidental de Investigación Algodonera, en Phoenix, Arizona, ha abierto nuevas perspectivas, pues en su descendencia se presentó una alta incidencia de haploidía, aproximadamente de 50 plantas haploides en 100 semillas (*Agricultural Research* 26 (4): 6).

La semigamia, un tipo anormal de reproducción en las plantas, ocurre cuando una célula reproductora masculina entra en un óvulo pero falla en fusionarse. En vez de fundirse para formar una célula normal, los núcleos masculinos y femenino se dividen independientemente y se forman semillas que tienen sectores de tejido compuestos de núcleos masculinos o femeninos. De esta manera, las plantas que crecen de estas semillas tienen secciones de células de origen masculino o femenino, son haploides, y llevan sólo el material hereditario del progenitor que las originó.

Las plantas haploides de algodón tienen 26 cromosomas individuales. Cuando se tratan con colchicina yemas jóvenes de una planta haploide, el número de cromosomas puede duplicarse y se restaura la capacidad reproductiva. Las plantas de las semillas de las yemas tratadas son duplicados genéticos exactos del progenitor y son de tamaño y fertilidad normales. Se produce así una línea pura en una generación, lo que contrasta con los muchos años que se requieren para estabilizar una línea similar por el procedimiento de sembrío y selección repetidos.

Los científicos de Phoenix determinaron que la semigamia en el algodón Pima es un carácter hereditario lo que les permitió desarrollar una técnica para producir haploides a voluntad a partir de cualquier planta de algodón y en mucha mayor frecuencia que la encontrada naturalmente. Turcotte and Feaster incorporaron después un marcador genético de color amarillo de planta en la población semigamética.

Los cruces entre este material marcado, como progenitor femenino, y algodón normal verde como progenitor masculino, producen plantas de primera generación que tienen secciones de tejido haploide amarillo y tejido haploide verde. Tales plantas son fáciles de reconocer. Una porción de la planta es amarilla y la otra porción verde oscuro.

Los investigadores están ahora utilizando las líneas Pimas amarillas semigaméticas para desarrollar líneas puras de algodón, tanto de Pima como Upland que tienen caracteres tales como niveles extra altos de gossipol que confieren resistencia a los insectos. En la práctica, si un agrónomo desea desarrollar una variedad de alto gossipol, comercialmente adaptado pero tuviera sólo una línea rica en gossipol que fuera improductiva, podría cruzar la línea rica en gossipol con una línea productiva, adaptada. Podría cruzar entonces las plantas de primera generación, como polinizadoras, con las líneas semigaméticas, marcadas, doblar con colchicina el número de cromosomas de los resultantes haploides ricos en gossipol, y seleccionar las plantas productivas. Las plantas seleccionadas serían líneas puras ricas en gossipol de alta producción.

### *Medalla Agrícola Interamericana 1978*

El Doctor Antonio Pires, de Argentina, fue escogido para recibir la Medalla Agrícola Interamericana correspondiente a 1978. Este otorgamiento fue acordado en la 23a reunión del Consejo Técnico Consultivo del IICA, celebrada en Asunción, Paraguay, el 22 de mayo de 1978.

Antonio Pires, Doctor en Medicina Veterinaria, y actualmente Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, de Argentina, reúne condiciones excelentes para hacerse acreedor a la distinción. Es graduado de la Universidad de Buenos Aires. Su carrera académica lo llevó a ser Vice-Rector de la Universidad en 1965, habiendo sido también profesor en la Universidad Nacional de La Plata. Sus libros más importantes son "Tratado de las enfermedades del pie de caballo" (1978) y "Disfunciones locomotoras del caballo" (1978). Los 65 artículos de investigación publicados incluyen temas como vacuna contra la encefalomielititis de los yeguarizos; la curarización como auxiliar en la cirugía veterinaria; investigaciones clínicas sobre los papilomas, la llaga de verano, rinosporidiosis. También ha publicado numerosos artículos sobre educación agrícola, y de divulgación de los temas de su especialidad.

### *Lee M. Hutchins*

Lee M. Hutchins se encariñó con el trópico americano desde que llegó a Costa Rica a trabajar en el IICA en 1958, e hizo lo posible por permanecer aquí hasta el fin de sus días. Su trabajo en la América Latina se centró en el estudio de la buba del cacao, el cual se inició con un reconocimiento de seis meses y se prolongó, debido a su dedicación y entusiasmo, y a los hallazgos que realizó en casi 20 años de estudios; primero con fondos del American Cocoa Research Institute (ACRI), después con un donativo de la U.S. National Science Foundation, y finalmente, continuó las investigaciones con su propio peculio hasta que hace pocos meses en que su salud no le permitió seguir. Falleció el 13 de abril de 1978, a las 3:30 a. m.

Graduado de BS en 1913 en Michigan State, y de Ph.D. en 1921 en la Johns Hopkins University, el Dr. Hutchins fue el eslabón que unió a muchos de los fitopatólogos actuales con los primeros días de la fitopatología de Estados Unidos. Fue un miembro fundador de la American Phytopathological Society y conoció personalmente a casi todos los grandes fitocientíficos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. El Dr. Ernest M. Imle, quien dirigía al ACRI cuando Lee Hutchins entró a trabajar en el IICA, manifestó a *Turrialba* que en el Congreso Internacional de Londres, en 1968, pudo ver claramente el gran número de científicos extranjeros que lo conocían y la deferencia con que lo trataban le hizo comprender que su estatura en el exterior era tan grande como en los Estados Unidos.

Su carrera profesional se realizó casi por entero en el Departamento de Agricultura. Al retirarse en 1958, ocupaba el cargo de Jefe de todo el trabajo en Patología Forestal en los Estados Unidos. La suya fue una vida bien vivida y una labor bien realizada. Honró a su profesión, a su país, y a sus colegas.

# Role of phosphorus and copper on growth and nutrient composition of *Arabica* coffee grown in sand culture<sup>\*1/</sup>—

E. A. ADUAYI\*\*

## COMPENDIO

Se cultivaron plantas de *Coffea arabica* L. (cv 'S.L. 34'), de dos años y que no estaban en floración, en arena, con varias combinaciones de cobre y fósforo. Se observaron aumentos en el número de hojas y yemas florales en los niveles de P de 90 a 140 ppm en presencia de niveles de Cu de 106.4 y 506.4 ppm, los que produjeron también el mejor crecimiento de la planta. Sin embargo, con tratamientos más altos de Cu, se observaron síntomas severos de toxicidad de Cu, que consistían en reducción del número de hojas. Al aumentar la concentración de los tratamientos de P aumentó el contenido total de clorofila. El N foliar disminuyó en las concentraciones altas de Cu en presencia de P. Se observaron aumentos en el P y K foliares, y disminuyeron en el Ca y Mg foliares, representados por síntomas de deficiencia severa, cuando se aumentaron las concentraciones de los tratamientos de P. Se observaron aumentos en P y Cu foliares y radicales en todas las combinaciones de tratamiento, obteniéndose la concentración más grande de estos elementos en las raíces. La tendencia hacia acumulación aumentada en N, P y Cu en las raíces resultará probablemente en un aumento de síntesis de proteína y en un incremento subsecuente de complejos de proteína Cu dentro de las raíces.

### Introduction

THE EXCESSIVE use of copper in coffee plantations to control fungal infections has raised a series of questions. In spite of its effectiveness in disease control, Cu has been found to induce deleterious effects on plant growth and nutrition (3, 9, 13, 14) in several crops, particularly at high concentrations.

Work on *Coffea arabica* L. in Kenya (1) showed that the application of copper fungicides to coffee plantations at the recommended rate (8) increased soil available-Cu and also leaf-Cu concentration. High accumulation of Cu in the growth media, did not only show severe symptoms of toxicity in the leaves and roots but also affected the uptake of some mineral nutrient elements and caused severe derangement of the internal structures of the cells. In an attempt to control fungal infections in coffee, it is likely that

some adverse effects of high Cu on coffee nutrition will occur. As long as the use of copper fungicides in Kenya is inevitable as at the present, it is desirable, therefore, to suppress the level of available Cu in the growth media and thus reduce its toxicity effects on the plant. This may be achieved by the use of nutrient elements that could increase plant growth and at the same time depress the excessive uptake of Cu by the plant.

In coffee management, phosphatic fertilizers are liberally applied. Such an agronomic practice could affect the Cu nutrition of the plant. It is the purpose of this study to observe the influence of applying varying levels of Cu and P on plant growth and the uptake of mineral elements in coffee leaves and roots.

### Materials and Methods

Non-flowering two-year old *Coffea arabica* L. (cv 'S.L. 34') plants were selected for uniformity from the nursery and transferred to the greenhouse. Their roots and leaves were washed free of soil and other deposits,

\* Received for publication June 30th, 1977

<sup>1/</sup> I am grateful to Dr. C. Bould and Professor R. B. Contant for their encouragement during the course of this study

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



first with tap water and finally with deionized rain water. The seedlings were then potted in a 1:2 ratio of sterile purified riversand (particle size, 0.5 to 1.5 mm) and polyethylene granules. They were then allowed to grow in the media supplied with deionized rain water for two weeks and then in complete nutrient solution formulated according to Hewitt (5) for four weeks before the commencement of the P, Cu and the complete nutrient solution treatments. The nutrient solution contained an initial P concentration of 40 ppm and 0.064 ppm of Cu.

The treatments consisted of six concentrations of Cu (as  $Cu_2O$ ), designated  $Cu_0$ ,  $Cu_1$ ,  $Cu_2$ ,  $Cu_3$ ,  $Cu_4$ ,  $Cu_5$ , corresponding to 0.064, 1.064, 5.064, 10.064, 50.064, 100.064 ppm Cu respectively and six concentrations of P (as  $KH_2PO_4$ ) designated  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$ , corresponding to 40, 90, 140, 240, 440, 840 ppm P, respectively. There were three replications.

Pot contents were flushed twice weekly with deionized rain water, to prevent accumulation of precipitated salts in the bottom of the pots. The nutrient solution plus the P and Cu treatments were fed-back to each pot six times daily after they had drained into reservoirs and were prepared afresh twice weekly to ensure reasonable constancy of the nutrient composition.

Records were made of the number of leaves, branches and flower buds, and per cent leaf-fall.

#### Chemical Analysis

Samples of plant tissue were collected at the end of the experiment (12 months) rinsed in deionized water, washed in 0.1 N HCl and rinsed again in deionized water. The washed samples were dried in an oven at 65-70°C. The dried samples were ground in a Wiley micro-hammer stainless steel mill using a 1 mm sieve and stored in sealed plastic containers.

Before chemical analysis, an appropriate amount of each ground sample was re-dried overnight at 105°C and then placed in a desiccator. This was done to eliminate the need for converting calculations to an oven-dry basis. 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 phosphorus by the molybdo-vanadate method for the simultaneous Kjeldahl N-Free  $H_2SO_4$ /selenium digest solution. Concentrations of K, Ca and Mg were determined by dissolving the washed samples in 0.5N HCl, and Cu was determined in nitric-perchloric acid digest solution and read on an atomic absorption spectrophotometer. Total chlorophyll content in fresh leaves was determined by grinding 1g of the fresh-leaf sample in a mortar with 4 ml of pure acetone. The ground sample was extracted into 80 ml of alkaline acetone (containing 9 volumes of 80% acetone to 1 volume of 0.1M  $K_2CO_3$ ), mixed thoroughly in a Waring blender run at high speed for 1 minute. Another 20 ml of the extractant was used for rinsing. The extract was then filtered twice and the absorbance measured in a spectrophotometer at 660 m $\mu$  and compared with known total chlorophyll standards.

#### Results

At the end of the experiment (12 months), visible effects of treatments on the growth of the coffee plants were observed.

As shown in Table 1, increase in P application increased leaf number significantly when compared with the control; the highest number being obtained at 140 ppm P treatment. The same trend occurred at  $Cu_1P_0$ .

Table 1.—Total leaf number per plant as influenced by Cu and P treatments

Treatments	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	Mean
$Cu_0$	102	116	252	146	190	168	162
$Cu_1$	128	140	134	172	208	156	156
$Cu_2$	152	127	142	142	150	139	142
$Cu_3$	92	124	107	83	88	71	94
$Cu_4$	78	97	101	86	81	80	87
$Cu_5$	87	83	79	98	84	72	84
Mean	107	115	136	121	134	114	

LSD\* at 5% = 31

In this and the following Tables,  $Cu_0$ ,  $Cu_1$ ,  $Cu_2$ ,  $Cu_3$ ,  $Cu_4$ ,  $Cu_5$  represent 0.064, 1.064, 5.064, 10.064, 50.064, 100.064 ppm Cu respectively;  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  represent 40, 90, 140, 240, 440, 840 ppm P, respectively.

\* LSD refers in all Tables to significant differences between any two means.

Table 2.—Branch number per plant as affected by Cu and P treatments

Treatments	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	Mean
$Cu_0$	13	14	20	20	23	24	19
$Cu_1$	18	21	18	20	24	21	20
$Cu_2$	15	17	18	18	18	10	16
$Cu_3$	9	11	9	6	9	5	8
$Cu_4$	8	8	8	6	6	6	7
$Cu_5$	6	9	6	7	7	6	7
Mean	11	13	13	13	15	12	

LSD at 5% = 5

except that the highest leaf number was obtained at treatment  $Cu_1 P_4$ . The pattern for Cu treatment at 5.064 ppm and increasing P applications was irregular.

At  $Cu_3 P_0$ , the general trend was an increase in leaf number as the P concentrations increased from  $Cu_3 P_1$  to  $Cu_3 P_2$ , followed by a decrease at P levels higher than  $P_2$ . There were no significant increases at the highest Cu concentrations ( $Cu_4, Cu_5$ ) when P application was increased.

Table 2 indicates an increase in the number of branches per plant when increasing levels of P were added to  $Cu_0$  and  $Cu_1$ . The same trend was observed for treatment  $Cu_2 P_0$  and increasing P levels, except for a decrease in branch number at the  $Cu_2 P_2$  treatments.

Table 3.—Flower bud number per plant as affected by Cu and P treatments.

Treatments	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	Mean
$Cu_0$	57	70	82	83	61	67	70
$Cu_1$	127	119	82	92	92	67	97
$Cu_2$	178	188	135	162	146	131	157
$Cu_3$	135	223	141	168	118	79	144
$Cu_4$	45	90	121	42	52	60	62
$Cu_5$	22	27	29	20	25	26	24
Mean	94	119	98	95	76	72	

LSD at 5% = 36

Table 4.—Total chlorophyll content of the leaves as affected by varying concentrations of Cu and P in sand culture

(mg/100 g fresh weight)

Treatments (ppm Cu)	Total Chlorophyll	Treatments (ppm P)	Total Chlorophyll
$Cu_0$ (0.064)	337.3	$P_0$ (10)	410.0
$Cu_1$ (1.064)	236.3	$P_1$ (90)	498.3
$Cu_2$ (5.064)	223.3	$P_2$ (140)	498.0
$Cu_3$ (10.064)	180.0	$P_3$ (240)	536.7
$Cu_4$ (50.064)	162.0	$P_4$ (440)	538.7
$Cu_5$ (100.064)	150.7	$P_5$ (840)	483.3
LSD at 5%	22.69		21.95

At Cu levels of 50.064 and 100.064 ( $Cu_4, Cu_5$ ) the addition of P from  $P_0$  to  $P_2$  did not show any significant difference in the number of branches.

At  $Cu_0$ , flower bud number increased slightly with increasing P levels, as shown in Table 3.

At  $Cu_1$  (1.064 ppm Cu) increasing P levels decreased flower number and at higher Cu concentrations additional P first increased flower bud number, but with increasing concentration it either reduced flower buds number or had no significant effect.

It was observed that the flower buds produced on the coffee plants, at low Cu levels (from  $Cu_0$  to  $Cu_2$ ) in combination with increasing levels of P developed normally and blossomed, while those produced in trees treated with higher Cu levels remained dormant and in some cases abscised at the end of the experiment.

### Chlorophyll

Copper concentrations from 1.064 ppm to 100.064 ppm resulted in decreased total leaf-chlorophyll content.

Table 5.—Nitrogen concentration in the leaves and roots of coffee plants as affected by Cu and P treatments.

(% in dry matter)

Treatments	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	Mean
<i>Leaves</i>							
$Cu_0$	3.25	2.86	3.13	3.24	3.11	3.12	3.11
$Cu_1$	3.10	3.10	3.13	3.18	3.18	3.12	3.13
$Cu_2$	3.01	2.92	2.90	2.78	2.78	2.58	2.83
$Cu_3$	2.78	2.67	2.52	4.48	2.50	4.42	2.56
$Cu_4$	2.42	2.61	2.56	2.44	2.50	2.39	2.48
$Cu_5$	2.55	2.58	2.52	2.50	2.30	2.34	2.46
Mean	2.85	2.79	2.79	2.77	2.72	2.66	

LSD at 5% = 0.25

<i>Roots</i>							
$Cu_0$	2.57	2.48	2.23	3.03	2.92	3.21	2.74
$Cu_1$	2.27	2.58	2.51	2.54	2.60	3.06	2.59
$Cu_2$	2.15	2.47	2.66	2.91	2.76	3.45	2.73
$Cu_3$	2.20	2.34	2.85	3.05	3.40	2.82	2.77
$Cu_4$	2.31	2.36	2.45	2.75	2.76	2.79	2.57
$Cu_5$	2.39	2.23	2.02	2.03	2.09	2.60	2.22
Mean	2.31	2.41	2.45	2.71	2.75	2.98	

LSD at 5% = 0.53

compared to the control; being markedly reduced at Cu concentrations greater than 10.064 ppm (Table 4). The effect of P on the chlorophyll content contrasted with the Cu effect. Whereas Cu levels decreased chlorophyll in the leaves, all P levels increased it. Thus, at P concentration greater than  $P_0$ , a consistently marked increase was observed in total chlorophyll.

### Nitrogen

As indicated in Table 5, a slight but consistent decrease occurred in leaf-N at Cu levels of  $Cu_2$ ,  $Cu_3$  and  $Cu_5$  at increasing application of P, except for a marked increase in leaf-N observed at  $Cu_3P_3$  and  $Cu_3P_5$ . Leaf-N increased slightly at  $Cu_1$  with increasing P concentration. At  $Cu_5$ , a significant decrease was observed only with  $P_4$ . With the exception of a decrease at  $Cu_0P_1$  and  $Cu_0P_2$  and the highest Cu level ( $Cu_5$ ), root-N was generally increased over the control at Cu treatments from  $Cu_1$  to  $Cu_4$  in combination with P levels from  $P_1$  to  $P_5$ .

Table 6—Phosphorus concentration in coffee leaves and roots as affected by Cu and P treatments.

(% in dry matter)

Treatments	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	Mean
<i>Leaves</i>							
$Cu_0$	0.26	0.28	0.37	0.41	0.76	1.16	0.54
$Cu_1$	0.25	0.27	0.33	0.38	0.58	0.77	0.43
$Cu_2$	0.28	0.34	0.37	0.41	0.75	0.80	0.49
$Cu_3$	0.21	0.21	0.27	0.29	0.50	0.65	0.35
$Cu_4$	0.16	0.21	0.21	0.26	0.36	0.53	0.28
$Cu_5$	0.17	0.16	0.20	0.21	0.37	0.42	0.25
Mean	0.22	0.24	0.29	0.32	0.55	0.72	

LSD at 5% = 0.19

<i>Roots</i>							
$Cu_0$	1.22	1.15	0.77	1.33	1.55	1.34	1.22
$Cu_1$	0.91	1.39	0.95	0.96	1.45	1.29	1.15
$Cu_2$	0.85	1.28	1.35	1.39	1.66	1.19	1.28
$Cu_3$	0.78	1.20	1.22	1.30	1.55	1.60	1.27
$Cu_4$	0.57	0.94	1.06	1.14	1.49	1.60	1.13
$Cu_5$	0.83	0.66	0.80	1.20	1.26	1.34	1.01
Mean	0.86	1.10	1.02	1.22	1.49	1.39	

LSD at 5% = 0.66

Table 7—Potassium concentration in coffee leaves and roots as affected by Cu and P treatments

(% in dry matter)

Treatments	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	Mean
<i>Leaves</i>							
$Cu_0$	2.27	2.81	2.83	3.58	4.45	5.15	3.60
$Cu_1$	2.67	2.86	3.17	3.66	3.62	4.14	3.35
$Cu_2$	3.00	3.32	3.57	3.63	4.39	5.40	3.88
$Cu_3$	2.95	3.13	3.08	3.46	3.91	3.89	3.40
$Cu_4$	3.14	3.49	3.44	3.55	4.06	4.34	3.67
$Cu_5$	3.01	3.03	3.48	3.76	3.75	4.43	3.58

LSD at 5% = 0.06

<i>Roots</i>							
$Cu_0$	2.26	1.91	2.14	1.87	1.09	1.39	1.78
$Cu_1$	2.10	2.37	2.10	1.42	1.58	1.28	1.81
$Cu_2$	1.83	1.82	1.58	1.34	1.33	0.75	1.44
$Cu_3$	1.50	1.57	1.30	0.96	0.93	0.65	1.15
$Cu_4$	1.43	1.50	1.59	1.37	0.91	0.64	1.24
$Cu_5$	0.94	1.29	1.49	1.43	1.38	1.00	1.25
Mean	1.68	1.75	1.69	1.40	1.20	0.95	

LSD at 5% = 0.75

### Phosphorus

The concentration of P in parts of the coffee plant as affected by Cu and P treatments is shown in Table 6.

At all Cu levels, increasing P treatments consistently increased the concentrations of P in the leaves. These increases were significant at Cu levels from  $Cu_1$  to  $Cu_5$  in the presence of P treatments at  $P_3$  and  $P_5$  with the exception of a non-significant effect at  $Cu_3P_1$  and  $Cu_5P_1$ . Root-P increased with increasing P treatments at all Cu levels. A greater proportion of plant-P accumulated in the roots than in the leaves.

### Potassium

Table 7 shows the distribution of K in parts of the plant. At all levels of Cu, increasing levels of P increased leaf-K, the increase being greatest at the lower Cu levels. At the highest levels of P, increasing levels of Cu decreased leaf-K. The contrary trend was obser-

ved in root-K. Increasing levels of P at all levels of Cu generally decreased root-K; similarly, increasing levels of Cu at all levels of P decreased root-K. Potassium accumulated more in the leaves than in the roots.

### Calcium

A significant decrease in leaf-Ca was observed (Table 8) at treatment combinations of increasing Cu and P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> and P<sub>5</sub>.

At low levels of Cu increasing P levels depressed root-Ca; at intermediate levels it increased root-Ca and at the highest level the effects were variable. Generally, Ca was higher in the roots than in the leaves.

### Magnesium

With a few exceptions, all Cu levels in the presence of increasing levels of P resulted in a marked decrease in leaf-Mg as indicated in Table 9.

Table 8—Calcium concentration in the leaves and roots of coffee plants as affected by Cu and P treatments

(% in dry matter)

Treatments	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Mean
<i>Leaves</i>							
Cu <sub>0</sub>	1.21	1.18	0.83	0.69	0.44	0.61	0.83
Cu <sub>1</sub>	1.21	0.96	0.95	0.67	0.52	0.32	0.77
Cu <sub>2</sub>	1.50	1.04	0.78	0.51	0.60	0.37	0.80
Cu <sub>3</sub>	1.27	1.04	0.85	0.85	0.82	0.70	0.92
Cu <sub>4</sub>	1.08	0.88	0.92	0.87	0.78	0.89	0.90
Cu <sub>5</sub>	1.17	0.97	0.93	0.73	0.92	0.91	0.94
Mean	1.25	1.01	0.88	0.72	0.68	0.64	

LSD at 5% = 0.26

#### *Roots*

Cu <sub>0</sub>	1.70	1.00	0.90	1.04	0.86	0.92	1.07
Cu <sub>1</sub>	1.59	1.79	1.12	0.83	0.98	0.74	1.18
Cu <sub>2</sub>	1.34	1.07	1.18	1.03	1.02	1.32	1.16
Cu <sub>3</sub>	1.17	1.32	1.44	1.48	1.52	1.52	1.41
Cu <sub>4</sub>	0.93	0.94	1.08	0.87	1.31	1.36	1.08
Cu <sub>5</sub>	1.20	0.86	0.93	0.97	0.81	1.21	1.00
Mean	1.32	1.16	1.11	1.04	1.08	1.18	

LSD at 5% = 0.50

Table 9—Magnesium concentration in the leaves and roots of coffee plants as affected by Cu and P treatments

(% in dry matter)

Treatments	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Mean
<i>Leaves</i>							
Cu <sub>0</sub>	0.38	0.34	0.33	0.27	0.20	0.19	0.28
Cu <sub>1</sub>	0.38	0.40	0.33	0.30	0.23	0.17	0.30
Cu <sub>2</sub>	0.36	0.30	0.27	0.26	0.22	0.13	0.26
Cu <sub>3</sub>	0.28	0.29	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26
Cu <sub>4</sub>	0.27	0.23	0.28	0.30	0.23	0.24	0.26
Cu <sub>5</sub>	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.21	0.25
Mean	0.33	0.31	0.29	0.27	0.22	0.20	

LSD at 5% = 0.01

#### *Roots*

Cu <sub>0</sub>	0.34	0.35	0.34	0.35	0.32	0.25	0.32
Cu <sub>1</sub>	0.41	0.45	0.40	0.28	0.31	0.23	0.34
Cu <sub>2</sub>	0.34	0.41	0.31	0.27	0.32	0.15	0.30
Cu <sub>3</sub>	0.32	0.38	0.27	0.27	0.18	0.14	0.26
Cu <sub>4</sub>	0.31	0.28	0.29	0.28	0.21	0.17	0.26
Cu <sub>5</sub>	0.26	0.28	0.31	0.30	0.22	0.20	0.26
Mean	0.33	0.35	0.32	0.29	0.26	0.19	

LSD at 5% = 0.13

Increasing Cu treatments in the presence of P at 40, 90 and 140 ppm first increased and finally decreased root-Mg. But at P above 140 ppm, there was a general decrease in root-Mg.

It is worth noting that, for the major nutrients, significant Cu and P interactions occurred in the leaves only.

### Copper

The concentration of Cu in the leaves and roots of the coffee plant is shown in Table 10. When compared with the control, increasing Cu treatments increased leaf-Cu at all levels of P except for a decrease at Cu<sub>4</sub>P<sub>1</sub>, Cu<sub>4</sub>P<sub>2</sub>, and Cu<sub>5</sub> at all levels of P. Increasing P had little effect on root-Cu at low levels of Cu; however, it increased root-Cu at intermediate levels of Cu and reduced root-Cu at the highest level of Cu. Increasing levels of Cu increased root-Cu at all levels of P the increase being greatest at low P and least at high P, relative to the control treatment.

Table 10.—Copper concentration in the leaves and roots of coffee plants as influenced by Cu and P treatments.

(ppm in dry matter)

Treat-ments	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Mean
<i>Leaves</i>							
Cu <sub>0</sub>	63	64	48	61	41	36	52
Cu <sub>1</sub>	69	99	74	38	28	34	57
Cu <sub>2</sub>	47	77	52	113	154	140	97
Cu <sub>3</sub>	120	153	136	132	168	286	166
Cu <sub>4</sub>	173	146	137	191	224	285	193
Cu <sub>5</sub>	245	164	179	162	160	226	189
Mean	120	117	104	116	129	168	
LSD at 5% = 53							
<i>Roots</i>							
Cu <sub>0</sub>	197	199	179	296	247	303	237
Cu <sub>1</sub>	692	758	627	554	556	679	661
Cu <sub>2</sub>	1393	2330	2979	3648	3401	3970	2954
Cu <sub>3</sub>	3309	2824	4244	5890	7625	6813	5117
Cu <sub>4</sub>	7753	6733	6559	6856	7066	7783	7125
Cu <sub>5</sub>	6729	5192	6234	6175	5112	4909	5725
Mean	3346	3006	3470	3903	4018	4076	
LSD at 5% = 1354							

### Discussion

An increase in Cu treatment from Cu<sub>0</sub> to Cu<sub>1</sub>, and P from P<sub>0</sub> to P<sub>3</sub> produced a marked increase in growth. In general, P at all levels was instrumental in promoting the vigorous growth of leaves and branches. At the intermediate level, in combination with P, Cu produced more flower buds. Montoya *et al.* (7) observed that increases in leaf and branch nodes were positively correlated with the fruiting capacity of the coffee plant. This may be reflected in the increase in flower bud number.

Increasing Cu concentrations induced severe defoliation and produced progressively deleterious effects on nutrient uptake. However, in the case of Ca and Mg distribution in the plants, increasing P concentrations had the opposite effect. The effect of adequate Cu (0.064 - 1.064 ppm Cu) on the total chlorophyll content is due possibly to increased oxidase activity subsequently improving the metabolic activities

in the plant (2). This is possible in view of the fact that Cu is an integral constituent of several widely spread enzymes in the plant. Nason and McElroy (10) showed that the function of Cu was an indirect one, and that an adequate amount of it had a protective effect against chlorophyll degradation, increases photosynthetic activity and retards physiological ageing of the plant. The effect of increasing levels of P on plant growth and chlorophyll accumulation in the leaves would probably increase the photosynthates—the energy source for active nutrient uptake—and thus, result in increased dry matter production.

The rather high plant-K, (particularly leaf-K) was induced by the KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> carrier for P (see Materials and Methods) and this, in combination with the varying levels of P was associated with the decline in the concentration of Ca and Mg in parts of the plant. It is also probable that formation of insoluble precipitates of Ca and Mg with phosphates in the nutrient solution could be partly responsible for the reduced uptake of Ca and Mg by the plant. Working with Arabica coffee, Robinson and Chenery (12) observed an antagonistic effects of high plant-K on the uptake and distribution of Mg, resulting in Mg deficiency. Hipp and Gerard (6) found that high P depressed Ca and Mg in tomato; and Rhoads (11) found the same for tobacco.

The combination of various levels of Cu and P shows a significant increase in N and P content of the plant. As has been shown by Dekock *et al.* (4) the increase in N content would result in increased protein synthesis. Additional P in the presence of increasing Cu treatments increased P content of the plant. The roots of young non-fruiting coffee plants may, from these data, be regarded as highly effective organs for N, P and Cu accumulation as was indicated in the concentration of these elements in the roots. This situation is likely to lead to an increase in root-protein concentrations, and, to increased formation of Cu-protein complexes within the root.

In the presence of intermediate Cu concentration (1.064-5.064 ppm Cu), the addition of P from 90 to 140 ppm, could improve coffee plant growth.

### Summary

Non-flowering two-year old *Coffea arabica* L. (cv. 'S.L. 34') plants were grown in sand culture and treated with varying combinations of copper and phosphorus. Increases in the number of leaves and flower buds were observed at P levels of 90 to 140 ppm in the presence of Cu levels of 1.064 and 5.064 ppm which also produced the best plant growth. However, at higher Cu treatments, severe Cu toxicity symptoms were observed as indicated in reduced leaf number. Increasing the concentration of P treatments increased the total chlorophyll content. Leaf-N was decreased at high Cu concentrations in the presence of P. Increases in leaf-P, -K and decreases in leaf-Ca and -Mg resulting in severe deficiency symptoms, were observed at increasing P treatment concentrations. Leaf- and root-P and -Cu

were increased at all treatment combinations with the greatest accumulation of these elements appearing in the roots. The tendency towards increased N, P and Cu accumulations in the roots would probably result in an increase in protein synthesis and a subsequent increase in Cu-protein complexes within the roots.

#### Literature cited

- ADUAYI, E.A.- Composition of soil and coffee leaves on plantations under varying copper fungicide spraying regimes. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 53: 63-68 1976.
- BAILEY, I.F. and McHARQUE, J.S. Effects of boron, copper, manganese and zinc on the enzyme activity of tomato and alfalfa plants in the greenhouse. *Plant Physiology* 19: 105-116. 1943.
- CASTILLO, I. J. and PARRA, J. Efecto tóxico del cobre en semilleros de café. *Cenicafé* 10: 109-117. 1959.
- DEKOCK, P.C., CHESHIRE, M.V. and HALL, A. Comparison of the effect of phosphorus and nitrogen on copper-deficient and sufficient oats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 22: 437-440. 1971.
- HEWITT, E.J. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition 2nd ed Farnham Royal, C.A.B. 1966. 238p.
- HIPP, B.W. and GERARD, C.J. Magnesium-phosphorus interrelationships in tomatoes. *Agronomy Journal* 61: 403-405. 1969.
- MONTOYA, I.A., SYLVAIN, P.G., and UMAÑA, R. Effect of light intensity and nitrogen fertilization upon growth differentiation balance in *Coffea arabica* L. *Coffee* 3: 97-104. 1961.
- MULINGE, S.K. Control of coffee berry disease and leaf rust in 1971. *Kenya Coffee* 36:9-12. 1971.
- NAG RAJ, T.R. and GEORGE, K.V. A note on Bordeaux toxicity in coffee seedlings. *Indian Coffee* 24: 452. 1960.
- NASON, A. and McELROY, W.D. Modes of action of the essential mineral elements. In Steward, F.C., ed. *Plant Physiology*, New York, Academic Press. 1963. pp. 451-536.
- RHOADS, F.M. Effect of phosphorus fertilization by cigar wrapper tobacco. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 3: 87-95. 1972.
- ROBINSON, J.B.C. and CHENERY, E.M. Magnesium deficiency in coffee with special reference to mulching. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 26: 259-273. 1958.
- SMITH, P.F. and SPECHT, A.W. Heavy-metal nutrition in relation to iron chlorosis of citrus seedlings. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 65: 101-108. 1953.
- STRUCKMEYER, B.E., PETERSON, I.A., and HSI-MEI TAI, F. Effects of copper on the composition and anatomy of tobacco. *Agronomy Journal* 61: 932-936. 1969.

## Notas y Comentarios

### *Carrizo contaminante de mercurio*

Un estudio publicado en *Nature* (4 de agosto de 1978) muestra que el carrizo que crece en suelos contaminados con mercurio puede ser parcialmente responsable de una contaminación atmosférica de mercurio, al absorber activamente y emitir el poluyente al aire. Jack Kozuchowski y David Johnson, del Colegio de Ciencia Ambiental y Forestal, de la Universidad del Estado de Nueva York, midieron el mercurio emitido en dos lugares del lago Onondaga por *Phragmites communis*, que se encuentra en las orillas del lago, contaminadas fuertemente con mercurio de una fábrica local. Los resultados fueron comparados con una estación de control sobre un arroyo cerca de White Lake, una zona natural no contaminada al sur de Syracuse, también en el Estado de New York. Sus mediciones muestran claramente que en el primer lugar se emitió cuatro veces más mercurio que el lugar testigo, y que en el segundo, los resultados fueron aún más dramáticos: más de 19 veces más mercurio fue emitido a la atmósfera. Los autores señalan que el mercurio no era emitido de noche cuando los estomas de las hojas estaban cerrados, lo que sugiere un nexo de la emisión de mercurio con la transpiración y la fotosíntesis. Encontraron también que la cantidad emitida dependía del nivel de contaminación en los sedimentos que rodeaban a las cenizas. Los autores también creen que *Phragmites* no es la única planta vascular capaz de hacer esta absorción y emisión de mercurio.

### *Nueva técnica de control de la polilla de las almendras*

La liberación de machos estériles por irradiación no es el único método de control que utiliza el instinto sexual de los insectos para destruir sus poblaciones. Las trampas con feromonas pueden considerarse como otro método. Y ahora, la incapacidad de diferentes razas de la polilla de la almendra (*Carya cautella*) de reproducirse después de aparearse se está explorando como un medio posible para controlar la población especialmente los insectos de productos almacenados (*Agricultural Research* vol. 26, N° 1, p. 15).

El entomólogo John H. Brower, del laboratorio de Insectos de Productos Almacenados, en Savannah, Georgia, descubrió que las polillas iraníes hembras eran incompatibles con los machos de razas de los Estados Unidos. En cruces de hembras iraníes con machos norteamericanos, el apareamiento y la oviposición eran normales pero los huevos eran casi todos infértiles. En contraste, los cruces recíprocos fueron normales en fertilidad de los huevos. Así, la incompatibilidad fue de una sola vía.

Este tipo de incompatibilidad reproductiva es susceptible de ser usada para suprimir poblaciones naturales mediante la liberación de grandes números de machos incompatibles, sanos y agresivos para conseguir pareja, pero estériles.

El Dr. Brower se apresura a señalar que la idea no se ha lanzado para el control de poblaciones de insectos en zonas geográficas grandes, sino más bien en áreas cerradas pequeñas o aisladas, como por ejemplo bodegas. Piensa que sería difícil para operaciones de campo porque sólo se podrían liberar los machos. El liberar hembras a la par de machos resultaría en que la raza extranjera reemplazara a la raza nacional.

## Notas y Comentarios

### *La peste porcina en Brasil*

Hay alarma y cierta confusión sobre los porcinos de Brasil. A comienzos de mayo, en el Estado de Río de Janeiro, se anunció un brote de la letal peste porcina africana, que a comienzos de la década de los novecientos sesenta exterminó casi todos los 400 mil cerdos de Cuba. La peste no puede ser controlada por ninguna vacuna conocida, y podría matar casi todos los 40 millones de cerdos del Brasil, el cuarto lugar en la población porcina mundial. El virus puede ser acarreado por el agua, ropa, zapatos, animales y por camiones. También se ha presentado la peste porcina en la República Dominicana.

Una vez confirmada la presencia de la enfermedad, se intentó una medida radical al anunciar funcionarios del gobierno una propuesta de sacrificar los 250 mil cerdos de Río de Janeiro. Ante los gruñidos de los productores, se anunció que serían eliminados sólo los cerdos en piaras infectadas; en total, dos meses después del brote, de unos 1.4 mil. Una suerte de cordón sanitario se ha tendido alrededor de Río, pero se han registrado (fines de julio) brotes en 49 lugares, desde Piauí en el noreste hasta Santa Catarina, 3000 kilómetros al sur. Los agricultores han protestado por diagnósticos mal hechos, que atribuían a la peste porcina africana la muerte de cerdos sin vacunar por enfermedades porcinas corrientes.

Los veterinarios temen ahora que la peste africana ha estado presente por algún tiempo en el país, sin ser detectada. Una posible fuente de transmisión fue la entrada ilegal hace dos años de barcos angoleños que llevaban refugiados y sus pertenencias, incluso cerdos.

Se está pagando compensación a los agricultores por matar animales sanos, pero el precio no es lo suficientemente alto para prevenir que algunos productores traten de ocultar brotes de la enfermedad. Las amas de casa se han mostrado escépticas de la seguridad del gobierno de que la carne de cerdo infectada es inofensiva para el consumo humano. A pesar de escenas televisadas de ministros comiendo *feijoadá*, un plato popular tradicional de frijoles y puerco, el consumo doméstico de cerdo ha bajado súbitamente en dos tercios.

Una consecuencia es que las importaciones de maíz se espera que se eleven a un nivel sin precedentes de 2 millones de toneladas, para poder alimentar el exceso de pollos que se consumirán en lugar de los cerdos. El temor de que los productos brasileños puedan transmitir la peste porcina ha causado que Alemania Oriental cancele órdenes de harina de soya brasileña.

Con mayor justificación, el gobierno peruano ha adoptado medidas drásticas para impedir la entrada de la peste al país. Se considera que son escasas las probabilidades de que Brasil erradique con éxito esta muerte negra de los cerdos.

### *El cemento como mejora del suelo*

Un poco de cemento Portland aplicado al suelo antes de pasar el arado, un mes antes del sembrío, ha aumentado los rendimientos de caña de azúcar en las grandes plantaciones de Queensland, Australia, en casi un 50 por ciento (*New Scientist* vol. 79, p. 188). Este sorprendente resultado ha emergido de los ensayos de campo de Australian Bureau of Sugar, en que se investigaban asertos de que el silicato de calcio aplicado a los suelos ácidos aumentaba significativamente los rendimientos del cultivo.

Michael Haysom, el supervisor de los ensayos, encontró que mientras el silicato puro mejoraba por cierto las cosechas, era demasiado caro para aplicarlo comercialmente. Así, se recurrió al cemento Portland como una alternativa relativamente barata. En una prueba, cuatro toneladas de cemento aplicadas por hectárea aumentaron los rendimientos en un 44 por ciento, mientras que se tuvo un aumento de 33 por ciento con la aplicación de 2,5 toneladas.

Los agrónomos de Bureau creen que los mejores rendimientos son debidos al magnesio y al hierro, y esperan conseguir mejoras similares en la producción de yute, arroz y sorgo. El método es claramente de muy amplia aplicación a cultivos en los suelos ácidos de textura gruesa de Queensland.

### *Curso sobre producción moderna de café*

Un curso intensivo sobre producción moderna de café se realizará en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, del 10 de setiembre al 8 de octubre de 1978. Tiene por objetivo proporcionar a los participantes información técnica y práctica sobre el cultivo moderno del café. Se dará más énfasis a aquellos que más inciden en la alta productividad del cultivo. Se hará uso de conferencias, seminarios, discusiones de grupo, giras educativas, y prácticas de campo.

El curso está organizado por promecafé (Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá), un organismo del IICA, con la colaboración del CATIE. Está dirigido a los ingenieros agrónomos que trabajan en café con los organismos cafetaleros o ministerios de los países que componen Promocafé, esto es, México, América Central y Panamá.

Los conferenciantes serán técnicos de reconocida competencia, especializados en las distintas partes del cultivo tecnificado del café. Los coordinadores serán Carlos Enrique Fernández, de parte del IICA, y Gilberto Gutiérrez, de parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

# Efecto de la morfactina clorfurenol sobre el contenido de pigmentos en *Phaseolus vulgaris* cv 'Contender'

A BALLESTER\*\*, M L ARESES\*\*\*, F PEREZ\*\*\*, E VIEITEZ\*\*\*

## ABSTRACT

*The effect of the morphactin chlorfurenol (2-chloro-9-hydroxyfluoren-9-Carboxylic methyl ester) on the pigment content in leaves and isolated leaf discs of Phaseolus vulgaris cv 'Contender' was studied.*

*Both 5 and 25 ppm of morphactin accelerated the aging and/or reduced the synthesis of pigments, while a retardation of aging and/or the activation of pigment synthesis was observed with 50 and 100 ppm. Working with punched-out leaf discs, and following treatments with 0.5, 1 and 5 ppm, a retardation of chlorophylls and carotenoids breakdown was observed in the dark.*

### Introducción

NO existen datos concluyentes sobre el efecto que producen las morfactinas sobre el contenido de clorofila y carotenoides, aunque Harada (2) encontró que retrasan su degradación en secciones de hojas.

Por otra parte, las morfactinas producen un retraso en la mayoría de los procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento vegetal, que quizá esté relacionado con el retraso del envejecimiento observado en hojas de plantas tratadas (5). Debemos señalar, no obstante, que las respuestas obtenidas al tratamiento con morfactinas varían enormemente y están asociadas a fenómenos tales como la concentración empleada, edad fisiológica de la planta, diferentes órganos tratados, tratamientos sobre plantas enteras o sistemas aislados y especies vegetales usadas.

El presente trabajo tiene por objeto obtener una mayor información sobre la acción de la morfactina EMD-IT 3456 sobre el contenido de clorofilas y carotenoides en hojas y secciones de hojas de *Phaseolus vulgaris*.

### Material y Métodos

Semillas de *Phaseolus vulgaris* cv 'Contender' se esterilizaron durante 7 minutos en una disolución de hipoclorito sódico al 8%. Posteriormente se lavaron tres veces con agua destilada y se sembraron sobre papel de filtro humedecido en bateas de plástico. Después de 72 horas de incubación a la oscuridad (24°C y 85% de humedad relativa), las semillas que germinaron se transplantaron a cámara de cultivo, sobre perlita, donde se desarrollaron bajo un fotoperíodo de 12 horas (25°C y 55% de humedad relativa a la luz; 16°C y 65% de humedad a la oscuridad).

*1 Contenido de pigmentos en plantas enteras*  
Plantas uniformes crecidas en las condiciones anteriores durante 6 semanas se llevaron a invernadero, sembrándose sobre tierra. Cuando las plantas desarrollaron su tercer trifolio, se pulverizaron sus hojas con disoluciones acuosas de 5, 25, 50, y 100 ppm de la morfactina EMD-IT 3456, éster metílico del ácido 2-cloro-9-hidroxifluoren carboxílico\*.

Se usaron cuatro plantas por cada tratamiento y cada testigo, haciéndose tres repeticiones. Un mes más tarde, se cogió la hoja central de cada primer trifolio y se determinó el peso seco y el contenido de pigmentos.

\* Recibido para la publicación 17 de diciembre de 1977

\*\* Sección de Fisiología Vegetal, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Apartado 122, Santiago de Compostela, España.

\*\*\* Departamento de Fisiología Vegetal Facultad de Ciencias Santiago de Compostela, España

\* La morfactina fue generosamente suministrada por E. Merck AG, Darmstadt, Alemania.



2. *Contenido de pigmentos en discos de hojas.* Se prepararon discos de hojas primarias de plantas uniformes crecidas en la cámara de cultivo durante 14 días. Diez discos de 7 mm de diámetro se colocaron en cajas petri con agua destilada (testigo) o con soluciones acuosas de morfactina de 0,5, 1 y 5 ppm. Después de un período de incubación de 10 días a la oscuridad, se determinó el contenido de pigmentos.

3. *Expresión de los resultados* En las dos experiencias, el contenido de pigmentos se determinó de forma convencional, usando los valores de la densidad óptica a 645, 663 y 460 nm (1, 3). Los resultados se expresan como gramos de clorofilas o carotenoides por 100 g de peso seco de material usado; aquellos fueron analizados estadísticamente (7) y se calculó la diferencia mínima significativa al nivel del 5% de confianza

*Resultados y Discusión*

La morfactina aplicada produce en las plantas de *Phaseolus vulgaris* conocidas alteraciones morfológicas: enanismo acentuado en el segundo y tercer trifolios,

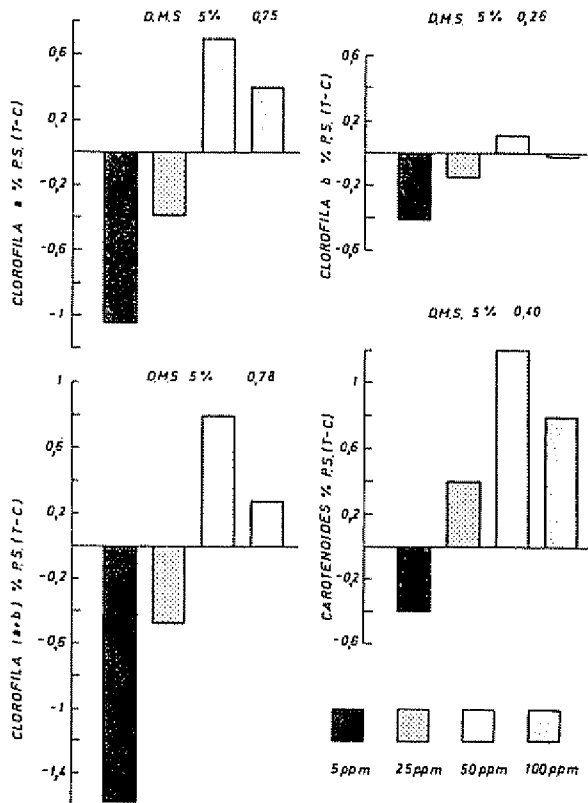


Fig. 1

Fig. 1.—Efecto del clorflurenol sobre el contenido de pigmentos en plantas enteras.

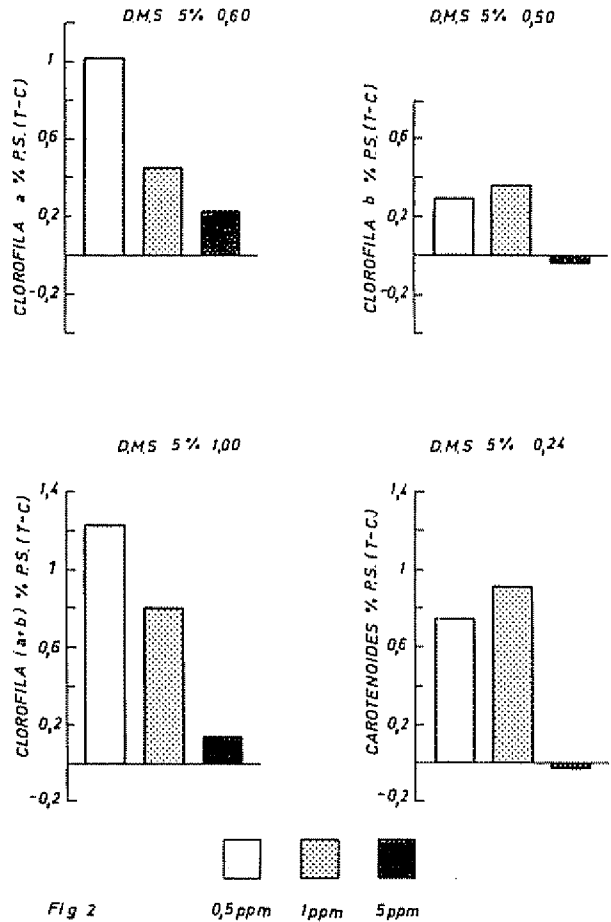


Fig. 2

Fig. 2.—Efecto del clorflurenol sobre el contenido de pigmentos en secciones de hojas

enrollamientos foliares, abscisión en folíolos y flores, carencia de frutos, etc. Estos fenómenos son muy acentuados con las dosis más elevadas

Los resultados del contenido de pigmentos en plantas enteras pueden observarse en la Fig. 1. Con las concentraciones más bajas se produce una aceleración del envejecimiento y una reducción en la síntesis de pigmentos: con 5 y 25 ppm es menor el contenido de clorofilas a, b, a+b y carotenoides que en el control. Sin embargo, en plantas tratadas con 50 y 100 ppm se obtienen resultados opuestos a los anteriores, es decir, se produce un retraso en el envejecimiento o una síntesis activada de pigmentos.

Las plantas tratadas con estas concentraciones más elevadas tienen un color verde oscuro más acentuado que las tratadas con concentraciones menores y con las plantas testigo. Según Schneider (5) esto podría deberse a que las morfactinas inhiben el crecimiento de órganos tratados y por tanto, existe una mayor densidad de cloroplastos por unidad de superficie. Sin

embargo, esta hipótesis no explica satisfactoriamente nuestros resultados ya que con 50 ppm es mayor el contenido de pigmentos que con 100 ppm aunque es esta última concentración la que ocasiona una mayor inhibición del crecimiento. Las diferentes respuestas obtenidas por diferentes autores son consecuencia de la alteración de algunos factores tales como el tiempo de aplicación, la concentración, etc. que son determinantes en la aceleración o en el retraso de la degradación de pigmentos. Debe recordarse que nosotros determinamos el contenido de pigmentos en la hoja central del primer trifolio, que ya estaba formado en el momento de la aplicación de las morfactinas.

Cuando trabajamos con discos de hojas encontramos (Fig. 2) un retraso en la degradación de clorofilas y carotenoides, como respuesta a las concentraciones empleadas. El retraso es más pronunciado a 0,5 y 1 ppm que a 5 ppm. La concentración óptima para carotenoides es 1 ppm mientras que para clorofilas es 0,5 ppm. Estos resultados son similares a los obtenidos por Harada (2) quien encontró retraso en la degradación de clorofilas trabajando con discos de hojas de *Rumex obtusifolius*, aunque en un ámbito de concentraciones mayor que el nuestro: entre 0,1 y 10 ppm. Por otra parte, Ziegler (8) y Treichel (6) trabajando con cotiledones y tallos de guisante (*Pisum*), encontraron que la morfactina aumentaba el contenido de clorofila.

Los resultados de las experiencias con plantas enteras y discos de hojas no son comparables, ya que los discos no están unidos a la planta madre y así no pueden perder ni recibir metabolitos (4).

Podemos por tanto concluir, que 5 y 25 ppm de la morfactina clorflurenol aceleran el envejecimiento de hojas de *Phaseolus vulgaris*; 50 y 100 ppm retrasan este envejecimiento en el mismo sistema, siendo mayor el contenido de clorofilas en plantas tratadas con 50 ppm. En discos de hojas, 0,5 ppm es la concentración que más retrasa la degradación de clorofilas, mientras que 1 ppm lo es sobre el contenido de carotenoides.

### Resumen

Se ha estudiado la acción de la morfactina clorflurenol (EMD-IT 3456) sobre el contenido de clorofilas y carotenoides en hojas y secciones de hojas de *Phaseolus vulgaris* cv. Contender. En plantas enteras, concentraciones de 5 y 25 ppm de la morfactina originan una aceleración del envejecimiento mientras que concentraciones de 50 y 100 ppm lo retrasan. En secciones de hojas, 0,5 ppm es la concentración óptima en el retraso de la degradación de clorofilas, mientras que 1 ppm lo es para carotenoides.

### Literatura citada

1. GERIN-DUMARTRAIT, E. Quelques effets du 3-amino-1, 2, 4-triazol sur *Chlorella pyrenoidosa*. Recherches sur l' action de l'aminotriazol sur la synthèse des acides nucléiques chez des Chlorelles cultivées en cultures synchrones. *Physiologie Vegetale* 4: 135-193. 1966.
2. HARADA, H. Effects of morphactin on the negative geotropic response and leaf senescence. *Naturwissenschaften* 54: 95. 1967.
3. MCKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. *Journal of Biological Chemistry* 140: 315-322. 1941.
4. MÜLLER, K. y LEOPOLD, A. C. Correlative ageing and transport of P 32 in corn leaves under the influence of kinetin. *Planta* 1: 167-185. 1966.
5. SCHNEIDER, H. Morphactins: Physiology and performance. *Annual Review of Plant Physiology*. 21: 499-536. 1970.
6. TREICHEL, S. Influence of morphactins on the metabolism of higher plants. II The effect of photosynthesis and on starch, ATP and chlorophyll content. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 166: 495-509. 1974.
7. VESSERAU, A. *Methodes statistiques en biologie et agronomie*. Paris. Ed. Billiere.
8. ZIEGLER, H. Las morfactinas. *Endeavour* 108: 112-116. 1970.

## Notas y Comentarios

### *Nueva depresión en el mercado del azúcar*

En un mercado azucarero ya deprimido ha estado circulando el rumor de que uno de los grandes consumidores del producto, la Coca-Cola, está desertando el azúcar para usar en su lugar un edulcorante en forma de jarabe derivado del maíz, cuyo uso como sustituto del azúcar hemos comentado anteriormente (Cf *Turrialba* 26:341 y 27: 36). El precio del mercado mundial está ahora (mediados de julio) a unos 6 centavos la libra, comparado con 9 centavos en enero y 64 centavos en noviembre de 1974.

Dos causas de la depresión son las cosechas récord que se están prediciendo en todo el mundo, y el fracaso de conseguir la firma de los Estados Unidos para ratificar el Acuerdo Azucarero, un intento de proteger el precio del azúcar mediante cuotas y una reserva del producto.

La producción de azúcar en la Comunidad Europea va a ser bastante alta este año. Rusia tendrá una cosecha buena. La agencia oficial de noticias China Nueva ha informado que la producción de azúcar en la China aumentará un 15 por ciento. El Presidente Castro anuncia que la zafra cubana llegará a 7,5 millones de toneladas, no los 5,8 millones esperados. La producción de la India puede ser de 6,5 millones de toneladas contra 4,8 millones del año pasado. Brasil que ha estado expandiendo la superficie con caña, se espera que tenga una cosecha sin precedentes. En total, puede haber un exceso de producción sobre el consumo de unas 6 millones de toneladas. Esto elevará los excedentes a una cifra récord.

El precio del azúcar podría bajar más todavía si los países productores abandonasen las cuotas que se impusieron a sí mismos en el acuerdo azucarero. Ellos se pueden ver obligados a hacerlo debido a la presión combinada de los grupos proteccionistas que representan a los productores en los Estados Unidos y de la Comunidad Europea y a los refinadores de Japón.

En los Estados Unidos, hay una gran oposición a la ratificación del acuerdo y una corriente a favor de mayores cuotas y precios para los productores locales. La Comunidad Europea da un subsidio a sus propios productores de 14 centavos la libra, o sea, el doble del precio mundial, lo que ha creado más excedentes que se están arrojando a los mercados mundiales. Estos excedentes europeos se hacen mayores por la obligación de la Comunidad Europea de adquirir 1,3 millones de toneladas de azúcar de los países de la Convención de Lomé, a precios del doble de los mundiales. Esto es bueno para los países de Lomé, pero es duro para los productores tradicionales de América Latina y el Caribe.

Japón, por su parte tiene un sistema de cuotas, pero con otro nombre, para mantener a flote sus propios productores ineficientes.

### *Inmunización del tomate contra un virus*

El principio de inmunización usado para los animales y los humanos ha sido usado desde la época de Jenner, con un alivio inmenso del sufrimiento de los seres humanos. Ahora científicos del West of Scotland Agricultural College, en Auchincruive, Ayrshire, han aplicado el principio a los tomates con aumentos sorprendentes en los rendimientos (*Annals of Applied Biology*, vol. 88, p. 121).

A. G. Channon y sus colegas han presentado los resultados de tres años de ensayos en los que han protegido con

éxito su cultivo de tomates Eurocross BB de cepas virulentas del virus del Mosaico del Tabaco (TMV) inoculando al tomate, en el estado de plántulas, con una cepa no virulenta o atemada de TMV, producida mediante el tratamiento del virus con ácido nítrico. Las plántulas son primero inoculadas a mano, frotando la planta con tejido vegetal que contiene el virus atenuado y posteriormente reinoculada con una aspersión.

Comparadas con las plantas infectadas con el TMV, los tomates protegidos con formas atenuadas aumentaron su rendimiento en 680 gramos por planta. Las plantas testigo que fueron infectadas naturalmente con TMV virulento en condiciones comerciales normales, o que fueron inoculadas artificialmente al estado de plántulas, mostraron una disminución en el rendimiento entre 5 y 14 por ciento.

No es posible mantener un invernadero libre de TMV en condiciones comerciales normales y, como las plantas estarán expuestas al virus durante la campaña, parece razonable protegerlas lo más que sea posible.

Los autores no discuten cómo funciona el método, pero probablemente después de la inoculación, el virus atenuado es transportado a través de la planta y se sitúa en lugares de las células que, en otra forma, estarían libres para recibir al virus virulento.

### *Publicaciones*

*Agrotrop* Este boletín analítico de agronomía tropical se publica desde 1977 en tres idiomas, francés, inglés y español, editado en ediciones separadas. *Agrotrop* es publicado por GERDAT (Groupement d'Etudes et de Recherches pour le développement de l'Agronomie Tropicale), el que reúne ocho organismos franceses de investigación agrícola de ultramar. Analiza unas 25 revistas primarias francesas, además de documentos originales de organismos como el ORSTOM, el INRA y ocasionalmente revistas no francesas que publican trabajos de investigación de franceses: *Turrialba*, en el número que tenemos a la vista (Vol 2, Nº 1) se menciona por lo menos dos veces. Actualmente es semestral, pero anuncia que aparecerá trimestralmente, en cuanto se automatice su composición. El Director de la revista es el Dr. Robert Lagiere, y la dirección editorial, GEDITEC, 18 rue de Varenne, 75007 París, Francia.

### *Publicaciones*

CYIA Una publicación bimensual, órgano del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe, República Argentina, con el título de *CYIA, Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Todos los aspectos relacionados con la producción agropecuaria serán abordados mediante comentarios especializados, reportajes, trabajos de investigación, estadísticas y otras informaciones. Se espera así prestar un servicio a la agricultura de la provincia divulgando lo que pueda ser útil al mejoramiento de la tecnología. El primer número tiene fecha 1978, y la dirección es: Departamento de Difusión, Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe, Bulevar Pellegrini 3100, Santa Fe (3000), Argentina.

# Sobre la emergencia y vuelo de dos cerambícidos chilenos: **Holópterus chilensis** y **Cheloderus childreni**\*1/

R. I. GARA\*\*, LUIS CERDA M\*\*\*, ERNESTO KRAHMER\*\*\*\*

## ABSTRACT

Field studies done near Valdivia, Chile, showed that *H. chilensis* emerge in late December and early January; *Ch. childreni* peak emergence was mid-March. A March emergence was unusual, as ten years of records indicate peak February emergences, an extremely hot and dry summer was suggested as cause for the displacement. *H. chilensis* were more flight positive between 20 00 - 22 00 hrs., *Ch. childreni* flew during daylight hours. Males were flight positive from 08 00 hrs to 16 00 with a peak between 12 00 hrs. and 14 00 hrs. Female *Ch. childreni* were poor fliers and could be stimulated to fly only between noon and 14 00 hrs. *H. chilensis* flight was recorded to occur between 09-19°C, *Ch. childreni* between 15°-18°C. Both cerambycids flew in windspeeds between 0.45m-sec to 1.4m-sec. Male *H. chilensis* and *Ch. childreni* responded to female sex attractants.

## Introducción

EL PRIMITIVO bosque Valdiviano, del Sur de Chile, estuvo una vez libre de problemas serios ocasionados por plagas; esta condición, sin embargo, no se presenta en lugares donde el bosque ha sido explotado. En grandes áreas, donde el bosque fue talado por sus especies económicamente importantes, se convirtió, de comunidades ecológicamente diversas, a otras donde sólo predominan unas pocas especies de árboles. Extensos bosques de renovables de coigüe, *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst, y roble, *N. obliqua* (Mirb.) Oerst, se encuentran ahora en rodales esencialmente puros. Los troncos de estos árboles están siendo fuertemente atacados por cerambícidos (3). El coigüe es perforado por *Cheloderus childreni* Gray y el roble por *Holópterus chilensis* Blanch. (2, 3). La

biología de *Ch. childreni* fue descrita recientemente por Cameron y Real (2); la de *H. chilensis* está estudiándose por Kruuse †. Sin embargo existe muy poca información acerca del comportamiento de vuelo y selección de huésped de estos cerambícidos económicamente importantes.

La existencia de feromonas sexuales producidas por hembras de *Ch. childreni* fue sugerida (2) y ya ha sido encontrada en muchas otras especies de cerambícidos (5).

Los objetivos de este estudio fueron observar los modelos de emergencia de estos cerambícidos, obtener conocimientos acerca de su comportamiento de vuelo y determinar si los machos eran atraídos por las hembras vírgenes por medio de feromonas.

## Material y métodos

Adultos de ambas especies fueron capturados colocando pequeñas jaulas cilíndricas de rejilla metálica sobre agujeros de emergencia potenciales (Fig 1). Los agujeros de emergencia potenciales de *H. chi-*

\* Recibido para la publicación 31 de mayo de 1978.

1/ Estudio financiado con fondos de la Facultad de Ingeniería Forestal, UACH, y de NSF (Grant INT 76-12223).

\*\* Profesor invitado en la Universidad Austral de Chile de la Universidad de Washington, Seattle, W.A., U.S.A. 98195.

\*\*\* Profesor de Entomología Forestal, Facultad de Ingeniería Forestal, UACH, Casilla 567 Valdivia, Chile.

\*\*\*\* Especialista en Coleópteros, Casilla 516 Valdivia.

† M. Ludvig Kruuse M. Algunos factores bióticos y abióticos que inciden en el nivel de ataque y distribución geográfica de *H. chilensis* en *Nothofagus obliqua*. Tesis en preparación, 1978.



Fig. 1.—Jaulas cilíndricas de rejilla metálica colocadas sobre agujeros de emergencia potenciales a fin de capturar adultos de ambas especies de cerambícidos.

*lensis* se determinaron insertando primeramente un pequeño alambre dentro de la abertura; si el alambre encontraba resistencia —producida por el excremento larval sólidamente compactado— esto indicaba una gran probabilidad de que un adulto emergiera de esa cámara pupal. Igualmente, la existencia de agujeros de emergencia potenciales de *Cb. childreni* se determinó por la presencia de excremento larval en forma de fibras o virutas que es expedito fuera de la abertura (2).

Las primeras trampas se instalaron sobre agujeros de emergencia potenciales en árboles de coigüe y roble el día 7 de noviembre; un segundo y tercer conjunto de trampas fueron instaladas los días 5 de enero y 19 de febrero respectivamente.

Los lugares de colecta estaban ubicados en el fundo Quechuco, cercano al pueblo de San José de la Mariquina, el fundo Los Pinos, de propiedad de la Universidad Austral de Chile y el fundo Santo Domingo, distante a unos 20 km al sur de la ciudad de Valdivia. Subsecuentes estudios de terreno se realizaron en el fundo Los Pinos.

Las tendencias de vuelo, de ambas especies, fueron estudiadas colocando adultos sobre un paño cuadrado de 1,5 x 1,5 m extendido sobre un armazón y sostenida a 20 cm sobre el suelo. El día 22 de diciembre, doce ejemplares de *H. chilensis* (6 machos y 6 hembras) fueron puestos sobre la plataforma de vuelo cada 2 horas, de las 08,00 a 16,00 hrs. y de las 19,00 a 05,00 horas. Como los insectos de prueba eran solamente unos pocos, aquellos que volaron desde la plataforma fueron recapturados y vueltos a probar durante los siguientes períodos de prueba. Un estudio similar con 8 machos y 3 hembras de *Cb. childreni* fue realizado el día 4 de marzo.

La respuesta de los adultos de *Cb. childreni* y de *H. chilensis* a las feromonas fue estudiada suspendiendo jaulas de rejillas metálicas en los árboles huéspedes. Cada una de ellas contuvo en forma individual una hembra virgen, una hembra no virgen o un macho, o estaba vacía, utilizándose estas últimas como testigos. Los cerambícidos que aterrizaron en las cercanías de las jaulas fueron cogidos manualmente, mientras que aquellos que volaban cerca de las jaulas fueron atrapados con una malla para insectos. En otra serie de pruebas, 9 trampas de barrera fueron instaladas en un cuadrado latino. Estas trampas fueron confeccionadas con malla metálica de 0,7 x 0,7 cm de abertura y recubiertas con un adhesivo que enredaba a los insectos cuando estos aterrizaban. Las trampas fueron cebadas colocándoles hembras vírgenes y machos, en forma individual, en pequeñas jaulas en el centro de cada trampa. Como testigo se utilizaron jaulas vacías ubicadas en el centro de otras trampas.

La temperatura ambiente fue determinada a 1 y 3 m de altura respectivamente, por medio de un teletermómetro Yellowstone modelo 43 TD, la velocidad del viento fue medida a 3 m de altura con un anemómetro Hastings.

## Resultados

### Emergencia

Alrededor del 80 por ciento de los ejemplares de *H. chilensis* emergieron a fines del mes de diciembre y comienzos de enero (Fig. 2); la proporción sexual fue de 16 hembras: 13 machos o sea 1,23. *Cb. childreni* comenzó a emerger por la mitad del mes de marzo (Fig. 2); la proporción sexual fue de 10 hembras: 8

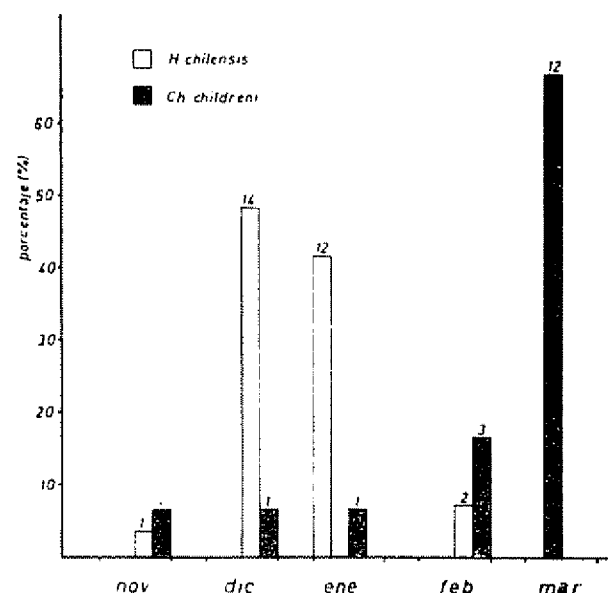


Fig. 2.—Modelos de emergencia de *H. chilensis* y de *Cb. childreni* desde el mes de noviembre 1977 al mes de marzo 1978.

machos o sea 1,25; Cameron y Real (2) dieron cuenta de una proporción sexual de 2,1.

### Vuelo

La mayoría de los ejemplares de *H. chilensis* que fueron probados volaron durante la noche; ellos demostraron una gran tendencia a volar preferentemente entre las 20:00 y las 22:00 h. Una gran cantidad de machos volaron en el período comprendido entre las 21:00 y las 22:00 hrs, con mayor frecuencia que en otras horas. Las hembras volaron preferentemente entre las 20:00 y las 21:00 hrs. (Fig. 3A). Ambos sexos pueden volar durante las horas del día, pero las hembras con mayor facilidad que los machos (Fig. 3A).

Los adultos de *Ch. childreni* vuelan solo durante el día. Los machos estuvieron volando efectivamente desde las 08:00 hasta las 16:00 horas, con un máximo de vuelo entre las 12:00 y las 14:00 h. Las hembras, sin embargo, raramente volaron y en mala forma, y solo pudieron ser estimuladas a volar entre las 12,00 y las 14,00 h (Fig. 3B). Cuando ejemplares de *Ch. childreni* fueron puestos sobre la plataforma de vuelo durante toda la noche, ninguno de ellos voló.

Ambas especies de cerambícidos volaron a velocidades de viento entre 0,45 y 1,4 m-seg. Generalmente se orientaron sobre la arena de vuelo según el viento prevaleciente, entonces levantaban sus élitros y extendían sus alas, al mismo tiempo que se alzaban sobre sus patas delanteras, y en ese momento podían iniciar el vuelo. Siempre iniciaron el vuelo en la dirección del viento cuando la velocidad de éste excedió de 1,12m-seg. A bajas velocidades del viento fue común el despegue

Cuadro 1.—Número de machos de *Ch. childreni* y de *H. chilensis* atraídos por jaulas o trampas cebadas con hembras vírgenes de la especie apropiada.

Fecha	Ch. childreni	H. chilensis
Nov. 18 (1977)	—	1
Dic. 21	—	2
Ene. 5 (1978)	—	2
Ene. 12	—	1
Ene. 17	—	0
Feb. 8	0	0
Feb. 11	1	—
Feb. 22	0	0
Mar. 3	4	—
Mar. 9	1	—
Mar. 10	3	—
Mar. 14	5	—
Mar. 17	1	—
Mar. 19	2	—
TOTAL	17	6

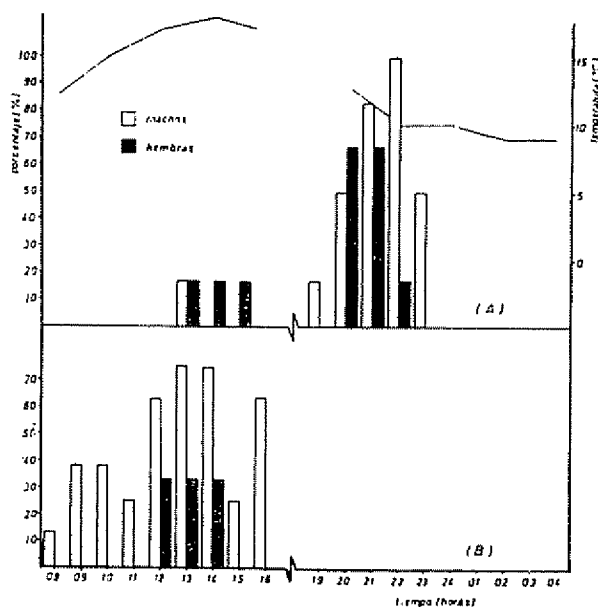


Fig. 3.—Respuesta de vuelo de *H. chilensis* y de *Ch. childreni* medida por el porcentaje de individuos que despegaron desde la plataforma de vuelo.

de los cerambícidos en todas las direcciones, pero estos podían girar rápidamente y volar hacia el viento dominante.

Las hembras de *Ch. childreni* demoraban su despegue ya que frecuentemente buscaron la parte más brillante de la arena de vuelo y allí permanecieron con sus alas extendidas y sin movimiento alguno por muchos minutos. Muchas veces, cuando las hembras emprendieron el vuelo cayeron rápidamente al suelo. Estas generalmente se arrastraron cerca de troncos y no pudieron volar nuevamente, incluso cuando retornaron a la plataforma de vuelo.

El vuelo de algunos *H. chilensis* se efectuó a temperaturas ambiente entre 17° y 19°C; sin embargo, como ellos son de vuelo nocturno, las temperaturas de vuelo entre 9 y 14°C fueron mucho más comunes. Recíprocamente, *Ch. childreni* voló en temperaturas de 15° a 18°C (Fig. 3).

### Respuesta a los atrayentes.

Entre los días 18 de noviembre y 17 de enero, seis machos de *H. chilensis* fueron capturados con trampas de barrera cebadas con hembras vírgenes (Cuadro 1). Los insectos no respondieron a las trampas utilizadas como testigos, ni a las trampas cebadas con machos.

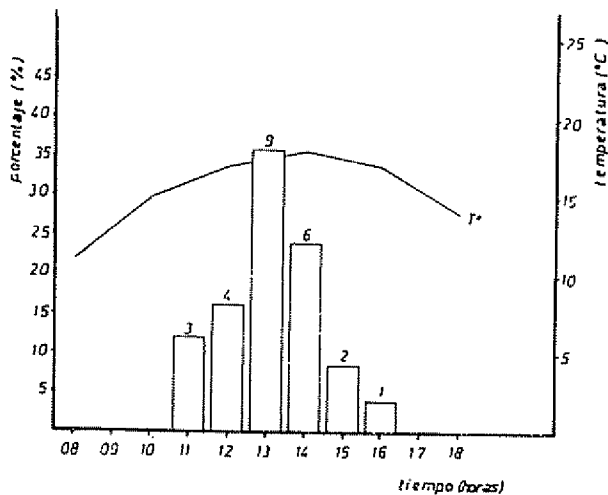


Fig. 4.—Respuesta diurna de macho de *Ch. childreni* a los atrayentes sexuales producidos por hembras vírgenes enjauladas

Diecisiete machos de *Ch. childreni* respondieron a las jaulas que contenían hembras vírgenes; las trampas de barrera fueron ineficaces para capturar a esta especie (Cuadro 1). No se capturaron insectos cerca de las jaulas que servían de testigos ni en aquellos que contenían machos como cebo. Los machos empezaron a responder a las hembras enjauladas aproximadamente a las 11:00 h con un máximo de respuesta de vuelo entre las 13,00 y las 14:00 h (Fig. 4); la temperatura ambiente promedio, registrada durante este período, fue de alrededor de 18°C; sin embargo, temperaturas superiores a los 24°C al mediodía, fueron comunes durante estas pruebas.

### Discusión

Con respecto a los años anteriores, la emergencia y vuelo de *Ch. childreni* ocurrió este año con un retraso de alrededor de un mes; Cameron y Real (2) encontraron máximos de emergencia ocurridos durante la primera semana del mes de febrero. Durante 18 años de observaciones, Kraemer (observación personal) también notó que la máxima actividad de vuelo ocurría a comienzos del mes de febrero (Fig. 5).

Como *Ch. childreni* emerge, se aparea y selecciona huésped al mediodía, ellos están sujetos continuamente a peligros de deshidratación. Es posible que el tiempo de máxima emergencia de *Ch. childreni* esté influido por condiciones meteorológicas específicas. De hecho el desplazamiento de la emergencia en un mes probablemente resultó en estos años cálidos y de veranos secos; los meses de enero a marzo fueron anormales en este aspecto. Durante 10 años de mediciones meteorológicas en Valdivia, Huber (4) registró una tasa promedio de evaporación (en mm de agua evaporada de acuerdo con el método de Psyche) de 152, 123 y 95 mm, respectivamente para los meses de enero a marzo. Este año, Huber (comunicación personal) encontró que la tasa de evaporación para

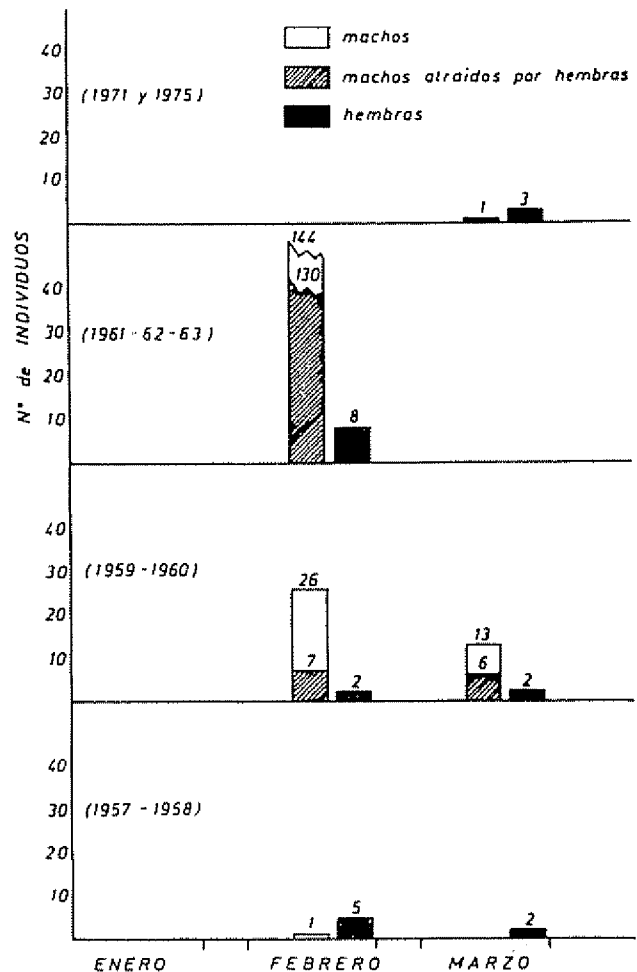


Fig. 5.—Número de machos y hembras de *Ch. childreni* capturados por Kraemer durante los años 1958 a 1975, ambos capturados durante el vuelo y algunas veces, en el caso de los machos, capturados al responder a los atrayentes sexuales.

estos mismos meses era de 154, 204 y 109 mm, respectivamente. Febrero fue particularmente cálido y seco con sólo una pequeña cantidad de precipitación durante los últimos días del mes. Similarmente, Beeson y Bathia (1) informaron que muchas especies de cerambícidos de la India regulaban su período de emergencia en respuesta a las condiciones de humedad.

La alta proporción sexual, en favor de las hembras, puede ser una adaptación contra la predación por parte de las aves; esto es especialmente creíble en el caso de *Ch. childreni*, un escarabajo brillante y de colores metálicos. Por otra parte se observó que las hembras de *Ch. childreni* tienen un vuelo deficiente y sufren predación extensiva por un complejo de pájaros chilenos, especialmente el tijuque, *Milvago chimango* Viellot (Kraemer, observación personal).

Aún cuando el método de hacer volar repetidas veces a los mismos escarabajos puede tender a acostumbrar o a fatigar a los insectos de prueba, ambas

especies de cerambícidos demostraron diferentes tendencias de vuelo. Los machos de *H. chilensis* tendieron a volar más tarde en la noche que las hembras. Esto sugirió que las hembras seleccionan los "sitios de llamada" más tempranamente que los machos. Los machos en dispersión, entonces, pueden localizar estos sitios durante un largo período y después que las hembras comienzan la producción de feromonas.

Los machos de *Cb. childreni* vuelan efectivamente durante todo el día con un máximo al mediodía; esto también puede ser en respuesta a la intensiva predación por aves. Un largo período de vuelo diurno puede significar que los machos pueden ser extensamente dispersados y es más probable que respondan al atrayente sexual de las hembras aisladas, las cuales en comparación están más expuestas a la predación.

Los datos sugieren que *H. chilensis* posiblemente no vuele a temperaturas ambientes de menos de 8° a 10°C. El límite mínimo de baja temperatura, que evita el vuelo de *Cb. childreni*, no se conoce aún. El vuelo sin embargo, fue visto decrecer inmediatamente aún cuando el sol fue incluso brevemente tapado.

Claramente ambas especies de Cerambícidos responden a los atrayentes sexuales de las hembras. Entre los colectores locales, el hecho de que *Cb. childreni* responde a las hembras vírgenes ha sido conocido por casi 10 años; estos colectores utilizan jaulas con hembras recientemente emergidas como cebo para atrapar machos (Krahmer, observación personal) (Fig. 4). Linsley (5) notó que mientras el sentido olfatorio guía a los insectos durante largas distancias a las cercanías de las hembras enjauladas, otros sentidos pueden ser

usados en la selección final de apareamiento. Su observación puede tener aplicabilidad para el caso de *Cb. childreni*. Las hembras enjauladas fueron vistas girar allí, su "altamente pulido" tórax y abdomen en una forma tal que el sol resplandeciera brillantemente desde estas partes del exoesqueleto. Es posible que los machos, en las cercanías de esta exhibición, se puedan orientar rápidamente hacia las hembras. La respuesta de vuelo al mediodía de los machos (Fig. 4) también puede aumentar sus posibilidades de localizar a las hembras, como éste es el tiempo cuando el sol se encuentra más alto y a la vez la radiación es máxima.

#### Literatura citada

1. BEESON, C.F.C. y BHATTIA, B.M. In Linsley, G.E. Ecology of Cerambycidae Annual Review of Entomology 4: 99-138. 1959. (p. 112) -
2. CAMERON, S. y REAL, P. Contribución a la biología del coleóptero de la luma *Cb. childreni* Gray (Coleoptera: Cerambycidae). Revista Chilena de Entomología 8: 123-132. 1974.
3. GARA, R. I. Forest Protection in Chile. Seattle, Wa College of Forest Resources, University of Washington 1974. 97 p. (Mimeografiado) -
4. HUBER, A. Diez años de observaciones climatológicas en la estación Teja-Valdivia (Chile) 1960-1969. Instituto de Geología y Geografía. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas UACH. 1970.
5. LINSLEY, G.E. Ecology of Cerambycidae Annual Review of Entomology 4: 99-138. 1959.

## Notas y Comentarios

### El maíz como carburante

#### Publicaciones

*Revista Interamericana de Educación de Adultos*. En 1978 ha aparecido esta nueva revista (abreviada a RIDEA) publicación técnica del Programa Multinacional de Educación Integrada de Adultos "Alberto Masferrer", de la OEA.

Publica estudios, trabajos e investigaciones, todos inéditos, acerca de aspectos teóricos o prácticos que signifiquen aportes concretos a la educación para el desarrollo económico-social en la región. El objetivo a largo plazo del proyecto es el desarrollo de la capacidad de los Estados miembros de la OEA para encarar en forma sistemática e interdisciplinaria la identificación y solución de los problemas de educación de adultos.

El segundo número de RIDEA que es el que tenemos a la vista, contiene 8 artículos que tratan de la reforma educativa en el Perú, el aprendizaje en el adulto, la formación de investigadores en educación de adultos, la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, alfabetización en Panamá. Contiene además resúmenes (de los artículos de este número) y notas informativas. El editor es Antonio Carcovic.

La gente de la República Sudafricana podría tener que dejar de comer maíz para que sus automóviles tengan combustible. Según anuncia *The Economist* (August 5th. 1978), se construirá una fábrica para producir etanol a partir del maíz. Mezclado 50: 50 con diesel o 20: 80 con gasolina, los camiones y los coches podrán hacer sus recorridos sin necesidad de modificar los motores. Y el etanol no costaría más que otros combustibles.

Los planificadores de estrategia de África del Sur han estado impresionados con la cantidad de etanol que produce Brasil, especialmente de caña de azúcar (*Cf. Turrialba* 26:219 y 27:226) y por la predicción de que para 1985 puede ser desplazado un cuarto de sus importaciones de petróleo. Cuando entre a funcionar en 1981 la enorme fábrica sudafricana de petróleo de carbón, Sasol 2, casi un tercio de las necesidades en gasolina y diesel serán cubiertas por el país.

Con amenazas de boicots en ciernes, África del Sur desea más. Las divisas empleadas en la importación de petróleo pueden ser empleadas en proveer empleo en la agricultura y efectuar contratos a largo plazo con los productores de maíz. Un problema es que, según un estimado, la totalidad de la cosecha de maíz de África del Sur, de 9 millones de toneladas, produciría sólo la mitad de sus necesidades de gasolina y diesel.



## Notas y Comentarios

### *El tamaño de la población y la selección natural*

Un proyecto polaco de cinco años ha verificado una teoría genética, hasta ahora sostenida sólo por observaciones y experimentos limitados, de que la eficacia de la selección aumenta con el tamaño de la población (*Agricultural Research* Vol. 26, N° 1, p. 13). Los animales experimentales fueron ratones pero los resultados obtenidos tienen amplia aplicación en el mejoramiento del ganado

Los científicos polacos compararon respuestas a la selección por tasa de crecimiento, en 15 generaciones, en poblaciones de 5, 10, 25, 50, 75, y 100 pares de padres por generación en tres líneas selectas y tres no selectas de cada tamaño de población. En las poblaciones no selectas, los padres fueron escogidos al azar. En las poblaciones selectas, se escogieron como padres aquellos individuos que crecieron más rápido. Se evitó el apareamiento de hermano y hermana.

La tasa de crecimiento se define como ganancia de peso desde el destete a la casi pubertad. Se usa esta definición porque las diferencias genéticas del crecimiento pueden ser medidas con mayor exactitud durante este período, en el que tanto el número como el tamaño de las células están aumentando rápidamente, y no están involucradas grandes diferencias en la influencia maternal. En ratones, este período de crecimiento es desde las 3 hasta las 6 semanas de edad, lo que corresponde de 8 a 20 semanas en cerdos, y de 6 a 12 meses en el ganado vacuno.

Los resultados del estudio polaco mostraron que el aumento en la tasa de crecimiento en 15 generaciones de selección fue sólo la mitad (20 por ciento) en pequeñas poblaciones de 10 o 20 padres que en las poblaciones más grandes de 50 a 200 padres (40 por ciento) aun cuando la superioridad aparente promedio de padres seleccionados fue similar para tamaños de población pequeños y grandes.

Las poblaciones pequeñas estuvieron en desventaja debido a que estuvieron sujetas a cambios aleatorios más grandes, buenos o malos en proporción a los genes favorables de "crecimiento". Tales cambios de puro azar en la muestra de genes que se transmite de una generación a la siguiente limita la respuesta a una selección deliberada, porque fija algunos genes indeseables en las poblaciones pequeñas antes de que la selección haya tenido tiempo de eliminarlos.

Aunque los avances más grandes en la tasa de crecimiento ocurrieron en poblaciones de 200 parejas, la respuesta fue casi tan grande en poblaciones de 50, 100 o 150 parejas. Así hubo una gran ventaja en respuesta de crecimiento de tamaño de población intermedio (50 parejas) sobre el pequeño (20 o 10 parejas).

La tasa de aumento de crecimiento no ha mostrado signos de aminorar en la 15ª generación en ninguno de los tamaños de población. Esto indica que la tasa de crecimiento es controlada por números muy grandes de genes con efectos individuales pequeños.

El proyecto polaco, que cuenta con el apoyo del Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos, ha sido extendido por otros cinco años, con objetivos más amplios. El principal investigador polaco es Mirosław Kownacki, del Instituto de Genética y Mejoramiento Animal, Academia Polaca de Ciencias.

Resultados preliminares de esta ampliación indican que el aumento genético en la tasa de crecimiento puede estar acompañado por una reducción en la cantidad de alimento por unidad de tamaño de cuerpo necesaria para el mantenimiento, y por un aumento en el tamaño de la lechigada. El nuevo experimento examinará los efectos secundarios del crecimiento aumentado sobre otros componentes del compor-

tamiento que determinan la eficiencia neta del ciclo vital, índice que se expresa en producción de "carne" y su calidad (magra o gorda) en proporción a los costos totales de mantenimiento de padres y de su descendencia.

Tal información puede ayudar a clarificar el papel de la selección para otros caracteres tales como tasa reproductiva, composición del cuerpo y consumo de alimentos.

### *Nuevas propiedades de la vitamina K*

Se está acumulando evidencia de que la vitamina K tiene una función más amplia que la síntesis de las proteínas del sistema de coagulación de la sangre. Este papel, descubierto hace pocos años, era tan llamativo y claro que la mayoría de los investigadores supuso que aquella era su única función.

Las interacciones entre las proteínas que hacen de la coagulación de la sangre un proceso tan rápido y exquisitamente controlado, dependen de su capacidad de ligar iones de calcio. Esto a su vez depende de la presencia, en las proteínas, del amino ácido excepcional, ácido  $\gamma$ -carboxiglutámico. El papel de la vitamina K es simplemente el que es necesaria como cofactor para la enzima que convierte al ácido glutámico a su derivado  $\gamma$ -carboxi. Esta enzima es estudiada ahora intensivamente y pronto conoceremos más datos químicos sobre el modo de operar de la vitamina K.

Pero la historia no termina allí. Desde su primer descubrimiento en las proteínas anticoagulantes, el ácido  $\gamma$ -carboxiglutámico ha aparecido en varios otros contextos. Está presente en ciertas proteínas de los huesos, y van Buskirk y Kirsch, de los Países Bajos, han mostrado que también está presente en las proteínas de los ribosomas de mamíferos (*Biochemical and Biophysical Research Communications*, vol 80, p. 1033).

Y ahora está emergiendo nueva evidencia de que la vitamina puede tener además otras funciones. N. H. Sloane de la Universidad de Tennessee ha mostrado que la vitamina K es activa en la conversión del carbohidrato benzo ( $\alpha$ ) pireno en el carcinógeno 6-hidroxi-metil-benzo ( $\alpha$ ) pireno. Esta reacción es bastante distinta químicamente a la carboxilación del ácido glutámico, de tal manera que las indicaciones son que la vitamina K puede tener propiedades bioquímicas más diversas que las que se sospechaban previamente. (*Archives of Biochemistry and Biophysics*, vol 186, p. 101).

### *La hoja de palmera más grande*

Las hojas de algunas palmeras se dice que son las más largas del reino vegetal pero la documentación al respecto es escasa. Hasta ahora, la literatura registraba como valores más altos los dados por Anderson y Mori (*Turrialba* 17: 221, 1967) para *Raphia taedigera* en Costa Rica de 18 a 19,81 metros de largo y por McCurrach (*Palms of the world* 1960, p. 199) para *Raphia farinifera* (*R. ruffia*), quien informó de hojas de hasta 19,81 m de largo.

Ahora, F. Hallé, de Montpellier, Francia, da cuenta de una hoja de *Raphia regalis* Becc, medida en la Forêt de Bangiou, en la República Popular del Congo en 1969, (publicación de 1975), que tenía en su parte visible, encima del suelo un peciolo de 8,64 m de largo y un pináculo de 16,74 m. La porción visible completa medía 25,11 m o sean unos 75 pies. Esto está publicado en *Principes*, órgano de The Palm Society, de enero de 1977 (vol. 21, N° 1).

# Effects of macronutrients on the growth and dry matter accumulation of cashew (*Anacardium occidentale* L.)<sup>\*1/</sup>—

J. A. FALADE\*\*

## COMPENDIO

*En un experimento de cultivo en arena se investigaron los efectos de varias concentraciones de N, P, K, Ca, Mg y S sobre el crecimiento del marañón (*Anacardium occidentale* L.).*

*Tanto las deficiencias como los excesos de los nutrimentos deprimieron la tasa de crecimiento y acumulación de materia seca. Sólo en el caso del nitrógeno se observaron algunos síntomas visuales de deficiencia. Esta se caracterizó por un amavillamiento general de las hojas, particularmente las viejas, tal como se describe en la literatura para muchos cultivos. El marañón parece ser menos exigente que muchas otras plantas en sus requerimientos nutritivos. La concentración de iones en hojas de 4 meses, debajo de las cuales son probables deficiencias, son: K-0,342; Ca-0,176; Mg-0,088; N-1,24; P-0,118; y S-0,70 por ciento de la materia seca*

### Introduction

CASHEW, *Anacardium occidentale* L. is widely grown in the humid tropics mainly for its kernel which has been shown to have the highest protein among tree nuts (11). Its shell oil is also becoming of great economic importance as its derivatives, particularly cardol, are used in an increasing number of industrial processes.

The kind of information available in the literature on the tree seems to suggest that not much attention has been paid to research into its nutritional requirements. The neglect could be due to an earlier suggestion that cashew must be modest in its nutritional demands since it was found to produce on soils too poor and dry for other crops (6, 7, 8).

Lefevre (4, 5) has since shown that the tree may be as demanding as many other crops. He showed that application of fertilizer at planting time increased the growth rate of the tree and resulted in fruiting and production starting two years earlier.

From the foregoing, it can be seen that there is need for better understanding of the nutritional demands of the tree. This will help in improving the management of the tree and achieving maximum production.

In this paper the results of the effects of the macronutrients on the rate of growth and dry matter accumulation by the plant are reported. Information is also given on leaf ion concentrations below which nutrient deficiencies may occur.

### Materials and methods

It was a sand culture experiment.

The experimental procedure giving details of preparation of the sand medium and solutions, planting, care of the plants and techniques of chemical analysis of plant tissues was as earlier described by Falade (2).

Four levels (Table 1) of each of the macronutrients - N, P, K, Ca, Mg and S were involved in the study. Each solution differed from the reference solution only in its concentration of a particular macronutrient. The reference solution was prepared on the basis of the formula proposed by Hoagland and Arnon (3). There were four replicates of each treatment.

\* Received for publication June 2, 1978.

1/ Permission by the Director, Cocoa Research Institute of Nigeria to publish this paper is appreciated.

\*\* Cocoa Research Institute of Nigeria, P.M.B. 5234, Ibadan, Nigeria.

Table 1: Concentrations (meq/l) of various nutrients in the nutrient solutions

Level	Ca	Mg	K	N	P	S
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.6	0.8	1.2	4.0	0.6	0.8
3	8.0	4.0	6.0	20.0	3.0	4.0
4	80.0	40.0	60.0	100.0	30.0	40.0

The height of the plant from the sand level and the stem girth 1 cm above the cotyledonal node were taken at monthly intervals.

At harvest (seven months after planting) the plants were carefully removed from the sand and the roots washed in distilled water. The plants were then divided into stem, leaves and roots. The eighth and ninth leaves which were at mid-stem and about four months old were removed and washed in distilled water. All the plant sections were dried for 48 hours in an air oven at 70°C and then weighed.

The eighth and ninth leaves were ground and later analysed for the respective minerals

### Results

#### Growth rate

Only the graphs of stem height against days after planting are presented, since those of girth were not appreciably different in shape. It can be seen from Fig. 1 that for all treatments the curves have distinct sections. An initial period of fast growth was followed by one of relatively slower growth then by another of fast growth. Each section extended over a period of about 70 days.

Generally, the treatments had profound effect on the rate of growth.

The pattern and extent of effect depended on the nutrient considered.

#### Potassium

There was not much difference between the rates of growth at levels 1 - 3 at any period but that at level 4 was relatively much reduced.

#### Calcium

The rate of growth within the first 70 days after planting was highest at level 2, lowest at level 4 without much difference between those at levels 1 and 3. After 70 days, no appreciable difference was observed between the rates of growth at levels 1 - 3. At level 4,

the plants started to grow faster than that at any other level so much so that the plants recovered from the initial relative stunted growth to be second tallest at harvest.

#### Magnesium

No appreciable difference was found between the rates of growth at levels 1 - 3 during the first 70 days after which the plants started to grow at different rates with those at level 1 growing faster and at level 3 slowest. The rate of growth at level 4 was lower at any time than that at any other level.

#### Nitrogen

The rates of growth at the various levels were consistently different except for those at levels 2 and 3 where no appreciable difference was observed until after 120 days after planting. The rate of growth was highest at level 3 and lowest at level 4.

#### Phosphorus

The rate of growth at level 2 within the first 70 days was highest. There was not much difference between the rates of growth at levels 1, 3, and 4 until about 140 days when the plants at level 4 started to grow faster than those at any other level. The relatively higher rate of growth at level 2 was limited to the first 70 days after which the rate was fairly the same as at levels 1 and 3.

#### Sulphur

There was only slight difference between the rates of growth at levels 1 - 3. The slight difference occurred in the first 70 days when plants at level 3 were growing faster than at any other level. The rate at level 4 was smallest. This depressive effect appeared to cease after about 70 days.

#### Deficiency and toxicity symptoms:

No visual symptoms of deficiency or toxicity of Ca, Mg, S or P were observed apart from stunted growth.

In the case of excess K, the older leaves usually developed necrosis at the tips. This quickly spread backwards and within a few days the leaves died and fell so much so that at harvest there were virtually no leaves on the plants.

It was only in the case of nitrogen that deficiency symptoms were observed. It started with old leaves (about 2 months old) which first appeared light greenish yellow. As the deficiency became severer the yellowing got more advanced until all the leaves were light yellow with the younger leaves and the veins greenish yellow. The leaves were also much smaller and the internodes shorter than those of the healthy plants. The stem was stunted and very stiff.

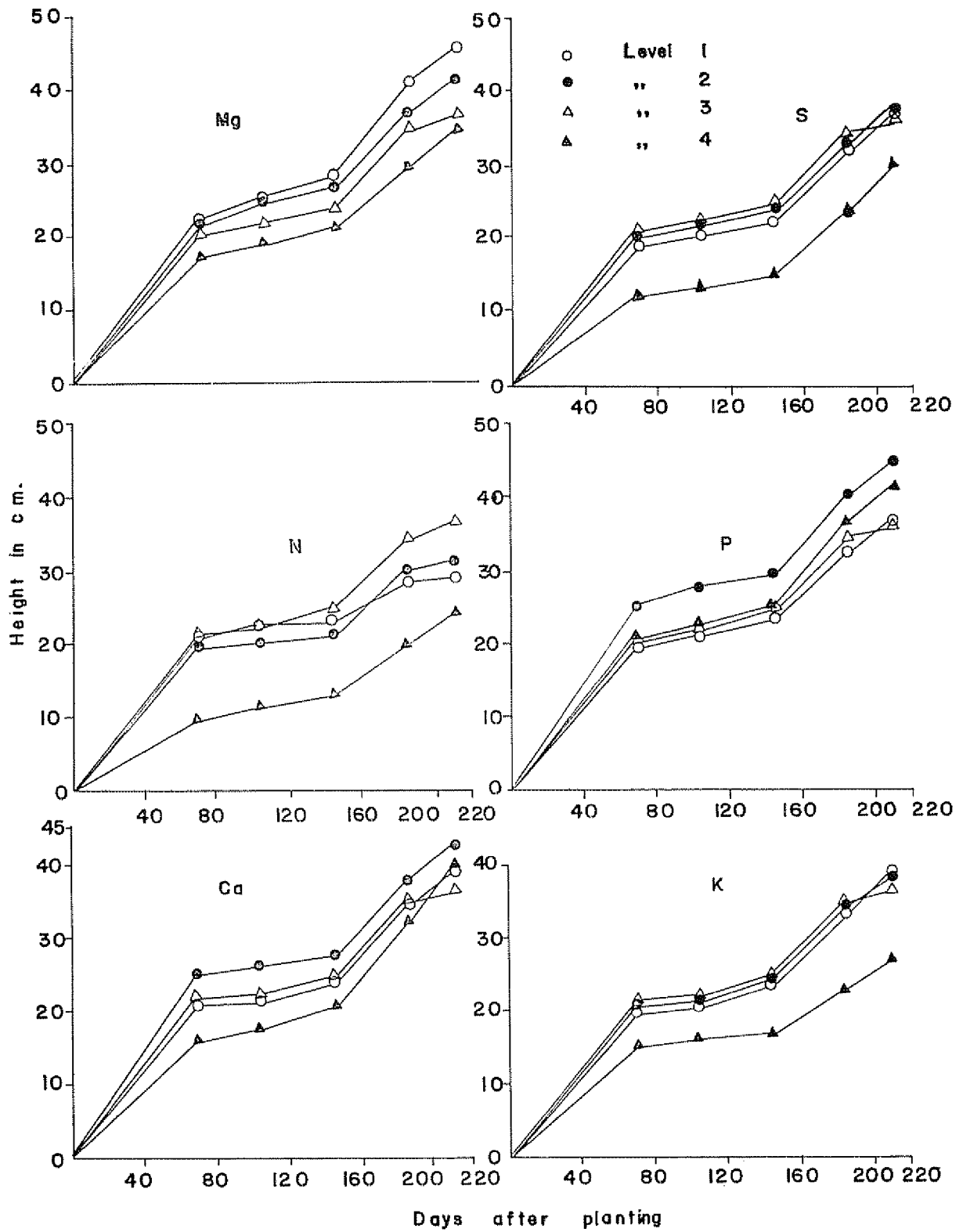


Fig 1—Effects of varying levels of nutrients on growth of cashew

Excess nitrogen was characterised by stunted growth, succulent, glossy and very dark green leaves and very flexible stem which could hardly stand erect

#### Dry matter

The dry matter of each plant section was plotted against the concentration of each nutrient in the eighth and ninth leaves. It is seen (Fig. 2) that in all cases the dry matter first increased to a maximum before falling with increasing leaf ion concentration which was found to increase with increasing concentration of the ion in the nutrient solution

For all the nutrients the maximum occurred at a leaf concentration corresponding to level 2 treatment

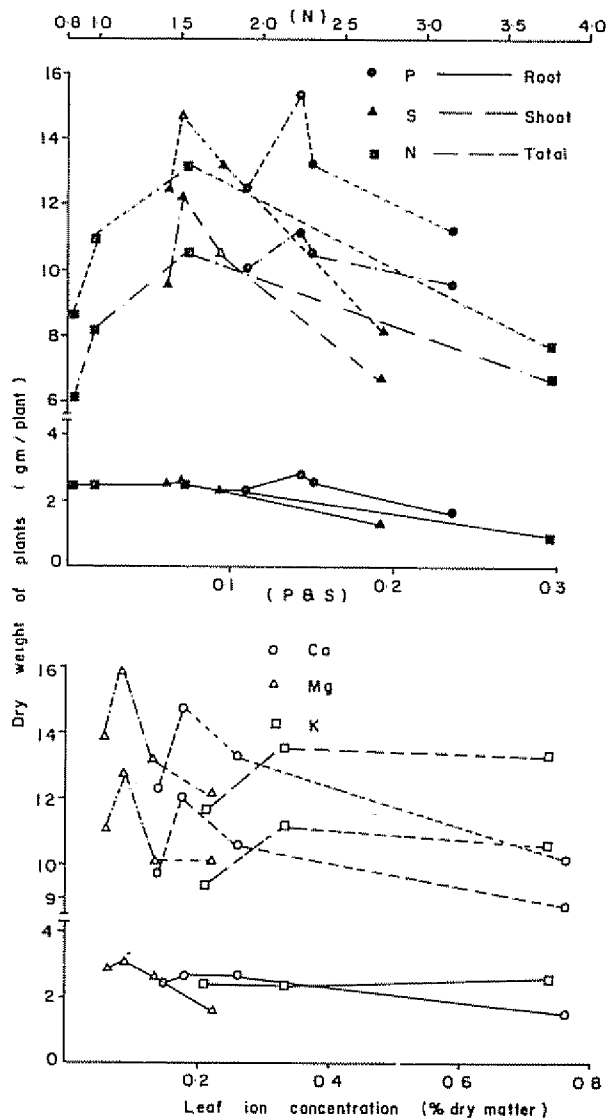


Fig. 2.—Relationship between leaf ion concentration and dry matter of cashew

except in the case of nitrogen where it was between levels 2 and 3

The various leaf ion concentrations corresponding to maximum growth were K - 0.342; Ca - 0.176; Mg - 0.088; N - 1.24; P - 0.118 and S - 0.070 per cent of the dry matter

#### Discussion

The data presented show that deficiencies and excesses of macronutrients have profound depressive effect on the performance of cashew seedlings. The extent of effect depended on the nutrient considered

No appreciable differences were observed in the rates of growth of plants grown in deficient and adequate levels of Mg, K, N and S within the first 70 days. This seems to suggest that the planted nuts had adequate reserves of these elements to last the growing plants for between 40 - 50 days after germination. In the case of Ca and P there seemed to be insufficient reserves.

It is interesting to note that under the conditions the plants were grown they exhibited a regular growth periodicity of 70 days alternating periods of active growth and rest. The reason for this is not known

The results show that cashew may be less demanding than many other crops in its nutritional demands

The Hoagland solution composition is such that it ensures just adequate supply of nutrients to many crops (3). In the present study, it was found that best growth and maximum dry matter accumulation occurred at level 2 treatment of any of the nutrients. The concentration of a particular element at this level was just 20 per cent of that in the Hoagland solution

Furthermore the concentration of Mg (0.88 per cent) and P (0.118 per cent) below which deficiencies of the nutrients may occur in cashew are lower than that of 0.162 and 0.180 respectively in citrus (9, 10). That for K (0.342 per cent) was also much lower than that of 1.0 per cent found by Egbe (1) for *Cola nitida*

Because of its lower nutrient demands cashew may be much slower than other crops in showing visual deficiency symptoms under the same condition. Lack of such symptoms may not necessarily mean that the plant has adequate supply of nutrients as shown by the results presented. It is in this respect that the use of leaf analysis and critical leaf ion concentration may be vital in detecting nutrient deficiencies in cashew

The critical concentrations of ions presented above can only serve as a guide in the field considering the fact that the plants were grown under controlled conditions and that the soil is more complex than the nutrient solution. Studies under field conditions are necessary to establish more reliable values of such critical ion concentrations.

*Summary*

In a sand culture experiment the effects of varying concentrations of N, P, K, Ca, Mg and S on the growth of cashew were investigated

Both deficiencies and excesses of the nutrients depressed the rate of growth and dry matter accumulation. Only in the case of nitrogen was any visual deficiency symptoms observed. This was characterised by general yellowing of the leaves particularly the old ones as described in the literature for many crops. Cashew seems to be less demanding than many plants in its nutritional requirements. The concentrations of the ions in 4 months old leaves below which deficiencies may likely occur are K - 0.342; Ca - 0.176; Mg - 0.088; N - 1.24; P - 0.118 and S - 0.070 per cent of the dry matter

*Literature cited*

1. EGBE, N. E. Soil of Kola, *Cola nitida* (Vent) Schott and Endl. groves in Western Nigeria. Ghana Journal of Agricultural Science 6: 149-153. 1973
2. FALADE, J. A. Effects of macronutrients on mineral distribution in cashew (*Anacardium occidentale* L.) Journal of the Science of Food and Agriculture 28 (In press) 1977
3. HOAGLAND, D. R. and ARNON, O. I. The water culture method for growing plants without soils. California Agricultural Experimental Station Circular 341 1938
4. LEFEVRE, A. Indications preliminaries sur la fertilization de l'anacardier. Fruits 25; 621 - 628 1970
5. ———— Cashew tree mineral fertilization. Fruits 28; 691 - 697 1973.
6. NORTHWOOD, P. J. Cashew production in the Southern province of Tanganyika. East African Agricultural and Forestry Journal 28: 35 - 39. 1962
7. PEIXOTO, A. Caju. Rio de Janeiro, Ministério de Agricultura, Serviço de Informações Agrícolas. Produção Rural 13 1960 61 p.
8. SAYED, I. A. The development of the cashew nut industry in India. Tropical Agriculturist (Ceylon) 92; 175 - 185. 1939.
9. SEO, Y. The effect of magnesium deficiency on plant growth. I. Correlative amounts of Mg, Ca and K in the Mg-deficient plant. Chemical Abstracts 54: 1960
10. WALLACE, A.; KHADR, A. H.; and CARMACK, C. Effect of phosphorus levels in citrus on amount of flowering. In Current topics in plant nutrition; ed Wallace, Ann Arbor, Michigan, Edwards Bros. 1966 pp 172-174
11. WOODROOF, J. G. Tree nuts. Indian Cashew Journal 6: 7 - 11 1970

## Notas y Comentarios

*Un medidor simple de humedad del suelo*

Un medidor de humedad del suelo, muy simple, pero muy confiable es un instrumento desarrollado recientemente en Israel. Puede ser utilizado por cualquier agricultor, sin que sean necesarias habilidades especiales, y proveyéndole de información vital sobre el contenido de humedad del suelo, no en la superficie sino cerca del sistema radical del cultivo (*Innovation*, August 1978).

Distribuido con el nombre de Hydratal 78, el instrumento se parece algo a un termómetro largo. En su extremo inferior hay una taza de cerámica, la que junto con el cuerpo "tensiómetro" del aparato, están llenos de agua recién hervida pero fría. Un tubo capilar paralelo extrae mercurio de una taza en su fondo.

Para instalar el instrumento, se perfora un estrecho agujero en el suelo a la profundidad deseada; en muchos casos, el clavar un tubo para agua, de media pulgada de diámetro, dará un hueco satisfactorio. El Hydratal 78 se instala

la con la taza de cerámica en el fondo, a la profundidad de las raíces; para cultivos con sistemas radicales muy profundos, puede ser aconsejable un instrumento cerca de la superficie, y otro cerca de las raíces más profundas. El suelo debe ser compacto cerca del fondo. Se aconseja aporcar algo el sitio por donde se asoma el instrumento, para evitar la formación de charcos durante el riego.

La altura de la columna de mercurio en el instrumento indicará las condiciones de humedad en la profundidad crítica; conforme el suelo se seca, el mercurio se eleva y de nuevo cae a las lecturas bajas después de lluvias o riegos. Lecturas regulares permitirán al agricultor planificar su programa de riegos más exactamente; lo que resultará en un consumo de aguas más bajo y rendimientos mejores en el cultivo.

Aunque *Innovation* no presenta ilustraciones del instrumento, ni precios, suponemos que se puede solicitar esta información al fabricante: Aharon Tal Eng. & Consult. Ltd P.O.B. 556, Herzlia B, Israel.

## Notas y Comentarios

*Biblioteca Nacional de Agricultura de Brasil*

### *Micorrizas y el crecimiento del pejíbaye*

Una investigación llevada a cabo en Costa Rica por David P. Janos, de la Smithsonian Tropical Research Institute, ha demostrado la importancia que puede tener la micorriza vesicular-arbuscular (V-A) en la supervivencia y crecimiento del pejíbaye (*Bactris gasipaes* H. BK.) (Principes 21 (1): 12-18, 1977).

El pejíbaye ha sido usado por largo tiempo en América Central y del Sur por sus frutos comestibles y por su madera (para arcos y flechas principalmente). Recientemente se ha despertado interés por el uso de esta especie para la producción del palmito, el cogollo de ciertas palmeras cuyo uso en la mesa es apreciado. Las micorrizas V-A se han encontrado en numerosas especies vegetales y no hay razón para pensar que las palmeras sean una excepción a esta ocurrencia general.

El estudio se condujo en la Finca La Selva, una estación y reserva forestal que la Organización de Estudios Tropicales posee en el noreste de Costa Rica (10° 26' N), en una zona de bosque húmedo premontano tropical, según el sistema Holdridge.

Las semillas esterilizadas se plantaron en suelo aluvial, ácido, típico del trópico húmedo, esterilizado. El suelo de un grupo de 18 latas fue inoculado con raíces picadas de cacao con micorrizas. Las latas restantes recibieron también raíces picadas pero esterilizadas.

Los resultados ponen en evidencia que las micorrizas V-A pueden incrementar grandemente el crecimiento. Las plantas sin inocular crecieron muy poco después de agotadas las reservas en la semilla, y la mayoría murieron un año después de plantadas. Siete de las nueve plantas inoculadas sobrevivieron hasta el final del experimento. Fueron significativamente más altas y tenían hojas más numerosas y más grandes que las plantas no inoculadas. Las plantas inoculadas desarrollaron micorrizas V-A; las no inoculadas no desarrollaron nada.

Las plántulas a las que se les quitó el endocarpio murieron todas. También se observó una falta de respuesta a la inoculación en plántulas a las que se les eliminaron las reservas seminales. Las micorrizas cada vez más se reconocen como que ayudan a una mayor absorción en suelos de bajos niveles de disponibilidad mineral, como en el suelo usado en este experimento. Por eso no son sorprendentes los resultados registrados por Janos. Lo que caracteriza a las plantas que dependen de las micorrizas es que tienen sistemas radicales poco ramificados, compuesto por raicillas rudimentarias sin pelos radicales. Estos sistemas son probablemente superficiales y la mayoría de las raicillas tienen micorrizas. Estas son características de muchas palmáceas, por lo que es de esperar que otras especies también participen de esta simbiosis, lo que se había comprobado en *Calamus* en Java, en *Cocus nucifera* en Trinidad, y ahora en *Bactris gasipaes* en Costa Rica.

En junio de 1978 fue creada la Biblioteca Nacional de Agricultura (BINAGRI) vinculada a la Secretaría General del Ministerio de Agricultura del Brasil. El nuevo organismo, responsable de la organización, orientación y coordinación de la información documental agrícola, a través del Sistema Nacional de Información y Documentación Agrícola (SNIDA), deberá recibir por depósito legal la documentación agrícola producida en el país, asegurando su procesamiento y difusión en el ámbito nacional e internacional. Cabe también a BINAGRI la responsabilidad de coordinar e implementar la Red Nacional de Bibliotecas Agrícolas.

En el momento en que el SNIDA es transferido a BINAGRI, se encuentran en franco funcionamiento diversos servicios, como el de diseminación selectiva de información, BIP/AGRI, a base de datos del AGRIS; la publicación de numerosas bibliografías por productos o zonas; reconocimiento de instituciones de investigación agrícola.

El acceso a los documentos originales está asegurado mediante la cooperación de cerca de 200 bibliotecas agrícolas brasileñas y de los componentes de la Red Mundial de Bibliotecas Agrícolas (AGLINET), de la cual la BINAGRI forma parte.

Las actividades de implantación de SNIDA, iniciadas en enero de 1974, venían siendo desarrolladas por la Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER). La implantación de SNIDA, que deberá estar completada en 1980, cuenta con el apoyo y asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) y de la FAO.

La BINAGRI lanzará en breve un nuevo servicio de búsqueda retrospectiva de información documental mediante el computador, utilizando varias bases de datos nacionales y extranjeras. El nuevo servicio, que será llamado AGRISEARCH, deberá estar funcionando antes de fin de año.

Con fecha 21 de julio fue nombrado Director de BINAGRI el Ing. Agr. José Carlos Pedreira de Freitas.

### *Publicaciones*

CIDIAT 78. El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), con sede en Mérida, Venezuela, ha iniciado la publicación de un informativo trimestral, CIDIAT 78, destinado a dar a conocer las actividades de la institución, que en su mayor parte son cursos de adiestramiento y capacitación, en categoría de postgrado (Desarrollo de Recursos Hidráulicos), cursos cortos nacionales en Venezuela o en otros países (Ecuador, Nicaragua, Brasil, Honduras, Bolivia, Colombia), cursos interamericanos (en Perú y Colombia), seminarios nacionales, y seminarios internacionales. Tiene un trabajo de "comunicación directa" sobre panorama al sector riego en México, escrito por Enrique Palacios Velez. El director es Germán Uzcátegui y la dirección es Apartado 219, Mérida, Venezuela.

# Retención de sulfatos en suelos de Costa Rica<sup>\*1/</sup>

EDGARDO RAMIREZ, DONALD D. OELSLIGLE<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

*In view of the recent importance being given sulfur in the subhumid and humid tropics an exploratory study was conducted to determine sulfate retention capacities of different sulfate levels in 30 surface Costa Rican soils.*

*The different sites were selected to give a wide range in environmental conditions and soils although the study was not specific for any given area.*

*When the different soils were equilibrated with 2500  $\mu\text{g S/g}$  soil, amounts of sulfur retained varied from 340 to 1260  $\mu\text{g S/g}$  of soil.*

*The sulfate retention curves correspond to the type II as described by Brunauer, indicating multimolecular retention; however, nine soils gave a better fit to Langmuir isotherms and 21 were better explained by Freundlich isotherms. A positive test for alofane in most cases corresponded to those soils which fit Langmuir isotherms.*

*Sulfate retention was positively correlated with organic matter contents ( $r=0.62$ ), iron ( $r=0.39^{++}$ ), and aluminium oxides ( $r=0.48$ ) and negatively correlated with the sum of cations ( $r=0.54^{++}$ ) and with the exchangeable Ca ( $r=-0.54^{++}$ ); all significant at the level of  $P<0.01$ , however no relations was found with pH and clay content*

## Introducción

EL estudio de los aniones en el suelo se ve dificultado por la carencia de una metodología adecuada, y por la complejidad del fenómeno.

El sulfato no escapa a esta realidad, la que se ve aumentada por la poca atención que se le dio en el pasado por causas bien explicadas por Coleman(8).

La adsorción de sulfatos es un fenómeno en que al parecer no sólo ocurre lo que se denomina adsorción en colioideoquímica, sino también otras reacciones como absorción o penetración, precipitación y otras no precisadas hasta la actualidad; es por esa razón que

en este artículo se prefiere usar el término retención o sorpción

La retención de los sulfatos tiene que ver con la disponibilidad de este nutrimento para las plantas y con su distribución a través del perfil del suelo (18) y en última instancia su importancia radica en la economía de fertilizantes por cuanto un suelo capaz de retener a los sulfatos significa que éste lo guardará para suministrarlo a las plantas cuando lo necesiten y no se pierden en las aguas de drenaje.

Chao y colaboradores (12) en estudios con lisímetros determinaron que el movimiento del azufre en el perfil del suelo dependía de la cantidad de agua utilizada para la lixiviación, mientras que Barrow y colaboradores (4) encontraron en suelos de Australia que la retención aumenta en áreas con lluvias de más de 30 pulgadas; la explicación sería la baja del pH del suelo. También encontraron que la retención fue mayor en suelos derivados de rocas básicas (4).

El lavado de los sulfatos del suelo es afectado por el catión presente en la solución o en el complejo de cambio y el efecto es en el mismo sentido que la de la

\* Recibido para su publicación, 12 de enero de 1978

1/ Parte de la Tesis presentada por el autor principal ante la Escuela de Graduados, IICA-CTEI, Turrialba, Costa Rica, para optar el Grado de Magister Scientiae. Parcialmente financiado por la Universidad Estatal de Carolina del Norte Contrato AID csd, 2806.

\*\* Profesor de Suelos, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, y Científico Residente, CATIE, Turrialba, Costa Rica (Visiting Assistant Professor North Carolina State University Raleigh, North Caroline), respectivamente. Dirección actual del Dr. Oelsligle: Box 328, Tilden, Nebraska 68781, U.S.A.



serie liotrópica de los cationes (18). Ramos (25), en suelos de Costa Rica, demostró que la pérdida de cationes por lavado es mayor cuando van con aniones móviles como el sulfato y el cloruro. Chao y colaboradores (15) determinaron que la magnitud de adsorción de los sulfatos sigue el orden:  $\text{CaSO}_4 > \text{K}_2\text{SO}_4 > (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4$ , y la magnitud de retención de acuerdo al catión de saturación del suelo fue:  $\text{Al}^{+3} > \text{Ca}^{+2} > \text{K}^{+1}$ . La influencia del pH resultó ser mayor que la del catión (15).

Barrow (5) encontró que al aumentar la concentración de calcio en la solución aumentó la retención del sulfato, explicándolo como un aumento de los productos iónicos.

La retención de los sulfatos por el suelo es un fenómeno que depende del pH del medio, de la concentración de sulfatos en la solución y han sido sugeridos diversos mecanismos (1, 3, 7, 11, 13) que al parecer se complementan por cuanto algunos presentan evidencias irrefutables como es el de que la retención de los sulfatos aumenta el pH de la solución del suelo por acción de  $\text{OH}^-$  desalojados (7).

Para el estudio de la retención de sulfatos se acostumbra usar las isotermas de adsorción, habiéndose encontrado mejor ajuste a la isoterma de Freundlich (7, 14) debido probablemente a que el fenómeno es multimolecular; de allí la dificultad de calcular su retención máxima.

Estudios efectuados en suelos de América Central demuestran que el azufre es deficiente (23); en Costa Rica se han determinado suelos deficientes de azufre (9, 10, 20, 21) y en vista de que la retención de sulfatos es asociada a un buen suministro de este elemento a las plantas (2, 18) es que se realizó este estudio cuyo objetivo fue determinar la retención del azufre en suelos de Costa Rica y su relación con algunas propiedades físicas y químicas.

#### *Materiales y métodos*

Se colectaron 30 muestras de suelo de diferentes partes del país, de condiciones ecológicas y de uso de la tierra diferentes; la ubicación y algunas propiedades físicas y químicas han sido presentadas por Pérez y Oelsigle (24). En cada lugar se tomaron muestras cada 20 cm de profundidad; con las correspondientes a la primera (0-20 cm) se hizo el estudio de retención.

El estudio de retención se hizo empleando el método descrito por Chao y colaboradores (13) que consiste en pesar 5 gramos de suelo seco al que se le añade 25 ml de una solución de azufre o sulfato de concentración conocida, se agita 1 hora, se deja en reposo toda la noche y luego al día siguiente se agita otra hora. Se centrifugó y en el sobrenadante se determinó el azufre por turbidimetría según el método de Massoumi y Cornfield (22) modificado por Hoefst (19).

Las soluciones se prepararon en base al sulfato de potasio y las concentraciones probadas fueron: 0 — 50 — 100 — 200 — 300 — 400 — 500 ppm S

Las isotermas de retención se ajustaron a tres modelos matemáticos: lineal, cuadrático y logarítmico; también se hizo el ajuste a las isotermas de Langmuir y Freundlich, escogiéndose en base al  $R^2$ .

Los análisis químicos y físicos de los suelos se hicieron según los métodos indicados por Pérez y Oelsigle (24); los óxidos libres de hierro y aluminio se determinaron siguiendo el método descrito por Bornemisza e Igue (6).

#### *Resultados y discusión*

Se encontró correlación positiva significativa entre el azufre retenido por los 30 suelos a diferentes concentraciones de azufre en la solución ( $r = 0,70^{**}$ ,  $r = 0,96^{**}$ ). Al aumentar la concentración de azufre en la solución aumenta la cantidad de azufre retenido confirmándose que es un fenómeno dependiente de la concentración (16, 17 y 18).

Se correlacionó la cantidad de azufre retenido al equilibrar el suelo con la solución de 500 ppm de S con algunas propiedades químicas del suelo, encontrándose alta significación con la materia orgánica ( $r = 0,62^{**}$ ), el calcio cambiante ( $r = -0,54^{**}$ ) y con la suma de cationes cambiables ( $r = -0,54^{**}$ ), no así con el pH y la arcilla o arcilla más limo como encontraron otros autores (11, 18).

También se encontró alta correlación con los óxidos de aluminio ( $r = 0,48^{**}$ ) y significativa con los óxidos de hierro ( $r = 0,39^{**}$ ), lo que confirma una vez más la importancia de estos componentes del suelo en fenómenos de retención de aniones.

Resulta difícil explicar la ausencia de correlación con el pH del suelo; podría deberse a que en las muestras estudiadas interviene otro factor no considerado que enmascara el efecto de pH en la retención de azufre, la no relación con la arcilla o arcilla más limo puede deberse a que los suelos estudiados tienen minerales de arcilla con propiedades diferentes (13) o que la forma de dispersión utilizada no fue efectiva. Sin embargo resalta la importancia de la materia orgánica (18) que puede retener formas moleculares e iónicas de sulfato.

En el Cuadro 1 se presentan las cantidades de azufre retenido por cada suelo a diferentes niveles de azufre ofrecido. Estos resultados se ajustaron a 3 modelos matemáticos y los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) se presenta en el Cuadro 2.

Los 30 suelos se ajustan al modelo lineal con  $R^2$  que varían entre 0,76 (Suelo 15) y 0,98 (Suelo 28); sin embargo, 5 suelos se ajustaron mejor al modelo logarítmico (Suelos 3, 15, 23, 29 y 30) y 19 al cuadrático.

Para facilitar el estudio se agruparon los suelos en base a la cantidad de azufre retenido al equilibrarlos con la solución de máxima concentración (500 ppm S) obteniéndose seis grupos.

Cuadro 1.—Cantidades de azufre ofrecido y retenido por los suelos.

Suelo Nº	Azufre ofrecido $\mu$ g S/g de suelo					
	250	500	1000	1500	2000	2500
1	40	150	180	210	270	380
2	60	220	290	310	330	440
3	140	290	390	400	400	640
4	180	320	510	510	540	590
5	10	150	160	180	190	340
6	40	180	200	220	380	460
7	30	200	210	230	400	480
8	20	220	260	280	290	420
9	20	210	270	480	530	560
10	70	200	230	290	370	410
11	20	210	240	260	270	500
12	60	170	250	410	480	490
13	110	290	390	430	540	630
14	180	370	550	670	890	900
15	90	220	250	250	270	340
16	110	320	450	480	700	710
17	210	400	580	650	720	860
18	120	310	450	580	580	830
19	90	290	420	560	690	700
20	160	410	520	600	750	880
21	30	210	210	500	560	650
22	130	330	430	570	680	740
23	170	360	480	600	1300	1260
24	220	430	520	550	800	1260
25	20	140	200	360	390	470
26	10	180	210	290	550	690
27	100	360	410	470	660	950
28	60	180	220	370	490	620
29	30	100	120	500	530	590
30	180	360	550	620	910	930

Grupo 1: Suelos 1, 5, y 15.

Grupo 2: Suelos 2, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 25.

Grupo 3: Suelos 3, 4, 9, 13, 19, 21, 26, 28, y 29

Grupo 4: Suelos 16 y 22.

Grupo 5: Suelos 14, 17, 18, 20, 27 y 30

Grupo 6: Suelo 23 y 24

Los suelos así agrupados se ajustaron a los tres modelos matemáticos y de acuerdo al coeficiente de determinación ( $R^2$ ) se encontró que los mejores ajustes fueron al modelo cuadrático, pero como en el modelo lineal también fueron significativos se escogió a éste para representarlos en la Figura 1 y se observa que los grupos se diferencian por la cantidad de azufre retenido y por la pendiente de la recta

Los suelos que más azufre retienen son del grupo 6 (suelo 23-Juan Vías y suelo 24-Palmira) y los que retienen menos azufre son del grupo 1 (suelo 1 Caracol, suelo 5-Buena Vista y suelo 15-Escazú).

El hecho de que las isotermas de retención se ajusten bien a los modelos lineal, logarítmico y cuadrático, con coeficientes de determinación altamente significativos, puede deberse a que en muchos casos el logarítmico y cuadrático se alejan poco del lineal o que se está llegando a la capacidad de retención máxima.

Las isotermas se ajustan a la curva tipo II de Brunauer; en más de los dos tercios de las muestras la retención de azufre se incrementa poco al pasar de 100 a 200 ppm S en la concentración de la solución, lo que coincide con lo encontrado por Bornemisza y Llanos (7) en tres suelos de Costa Rica

Ajustando la retención de azufre a las isotermas de Langmuir y Freundlich se encontró que nueve de

Cuadro 2.—Coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de la retención de sulfatos ajustados a tres modelos matemáticos y de las isotermas de Langmuir y Freundlich, de los 30 suelos estudiados.

Suelo Nº	Modelo Matemático			Isoterma de Retención	
	Lineal	Logarítmico	Cuadrático	Langmuir	Freundlich
1	0,926	0,892	0,927	0,383	0,845
2	0,840	0,843	0,871	0,721	0,760
3	0,830	0,882	0,830	0,843	0,829
4	0,792	0,915	0,934	0,994	0,902
5	0,785	0,740	0,788	0,104	0,641
6	0,916	0,873	0,920	0,080	0,796
7	0,897	0,823	0,899	0,001	0,725
8	0,772	0,737	0,795	0,010	0,571
9	0,905	0,847	0,964	0,149	0,726
10	0,933	0,914	0,949	0,877	0,875
11	0,785	0,760	0,788	0,029	0,605
12	0,936	0,961	0,983	0,465	0,939
13	0,931	0,925	0,950	0,913	0,857
14	0,948	0,976	0,982	0,968	0,951
15	0,760	0,812	0,791	0,941	0,751
16	0,912	0,919	0,942	0,807	0,831
17	0,930	0,963	0,963	0,975	0,948
18	0,929	0,942	0,936	0,828	0,879
19	0,923	0,923	0,983	0,672	0,851
20	0,941	0,930	0,953	0,922	0,812
21	0,933	0,889	0,942	0,151	0,784
22	0,945	0,948	0,979	0,951	0,905
23	0,901	0,937	0,904	0,301	0,864
24	0,886	0,899	0,943	0,644	0,828
25	0,959	0,910	0,975	0,172	0,847
26	0,944	0,851	0,958	0,309	0,763
27	0,916	0,891	0,928	0,432	0,718
28	0,983	0,962	0,985	0,110	0,936
29	0,896	0,934	0,904	0,342	0,885
30	0,952	0,976	0,967	0,918	0,952

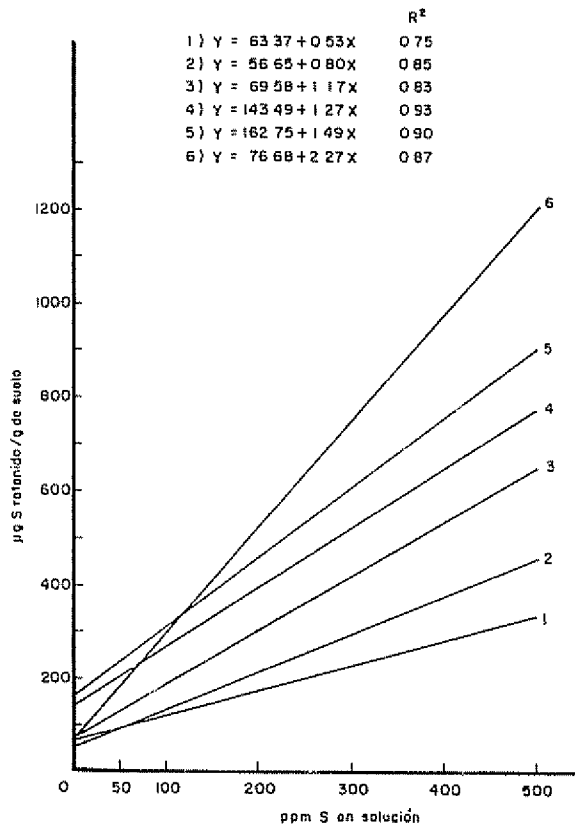


Fig. 1—Retención de  $SO_4$  en suelos agrupados en base a las cantidades retenidas al nivel de 500 ppm (2500  $\mu$  g S/g de suelo)

ellos se ajustaron a la primera y 21 a la segunda (Cuadro 2). Sin embargo, en todos los casos en que el ajuste es mejor o la isoterma de Langmuir lo es también a la de Freundlich, lo inverso no se cumple en todos los casos.

De los nueve suelos que se ajustaron a la isoterma de Langmuir, siete de ellos tuvieron isotermas de retención con tendencia cuadrática y dos logarítmica y al realizar la prueba cualitativa para la determinación de alofana, tres dieron reacción rápida (suelos 3, 4 y 22), tres reacción media (suelos 13, 14 y 17) y en tres fue negativa (suelos 10, 15 y 20), lo que podría indicar de que los materiales amorfos tienen capacidad limitada de retención de azufre, y en los tres casos en que no se encontró alofana, el pH alto (6,2 - 5,7) o el contenido bajo en materia orgánica (4,8%) podrían explicar la tendencia a la saturación.

Por otra parte, estos suelos que se ajustan a la isoterma de Langmuir al parecer son los más viejos y los minerales de arcilla tienen capacidad definida de retención de azufre.

El ajuste a la isoterma de Langmuir permitió calcular la retención máxima (b) y la constante de energía de retención (K), (Cuadro 3) en el que se ve que

Cuadro 3.—Retención máxima de azufre (b) y constante de energía de retención (K) en los 9 suelos que se ajustan a la isoterma de Langmuir.

Suelo No	$\frac{1}{kb} \times 10^4$	$\frac{1}{b}$	$k \times 10^{-4}$	$\frac{\mu g S / 100g}{b}$	suelo $R^2$
3	0,406	0,016	0,039	62,5	0,843
4	0,189	0,016	0,085	62,5	0,994
10	1,187	0,016	0,013	62,5	0,877
13	0,561	0,012	0,021	83,3	0,913
14	0,247	0,009	0,036	111,1	0,968
15	0,717	0,027	0,038	37,0	0,941
17	0,168	0,011	0,065	90,9	0,975
20	0,296	0,010	0,034	100,0	0,922
22	0,460	0,010	0,022	100,0	0,951

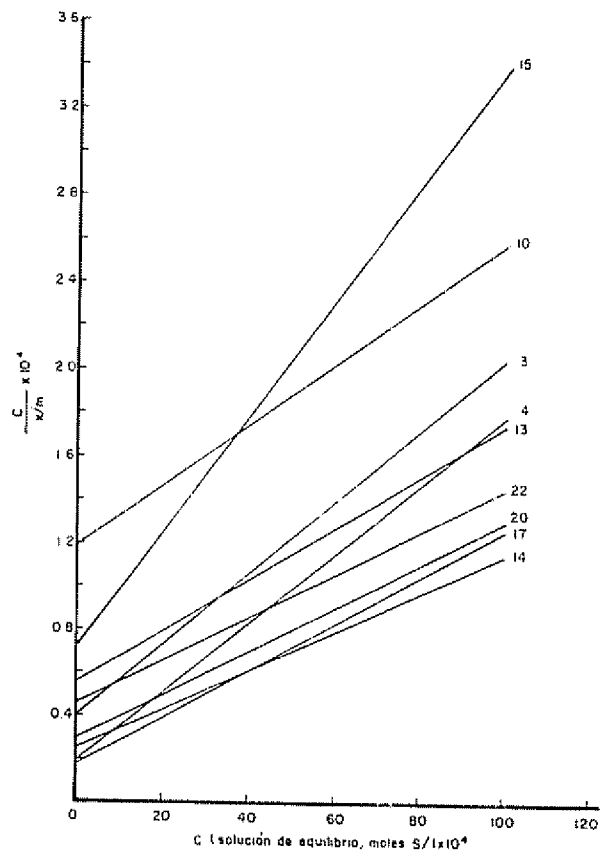


Fig. 2—Isotermas de retención de azufre de Langmuir de nueve suelos de Costa Rica.

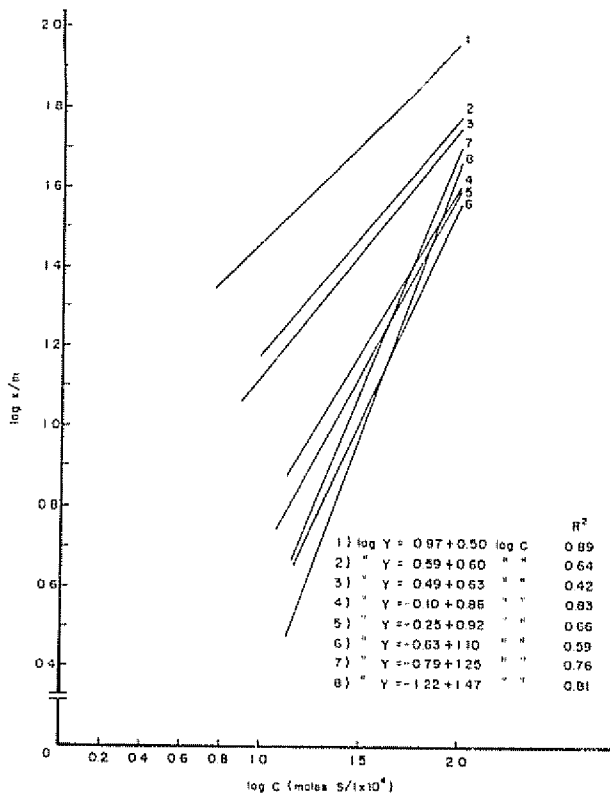


Fig. 3—Isotermas de retención de azufre de Freundlich para suelos agrupados.

el que mejor se ajusta es el suelo 4 ( $R^2 = 0,994$ ) y la cantidad de azufre retenido varía entre 740 y 2222 kg S/ha para el suelo N° 15 (Escazú) y N° 14 (Colonia Blanca) respectivamente. La constante de energía de retención ( $K$ ) varía entre  $0,013$  y  $0,085 \times 10^{-4}$  y las pendientes de la ecuación de  $0,010$  a  $0,027$  (Cuadro 3, Fig. 2) correspondiendo la mayor al suelo con menor retención máxima.

Con los 21 suelos que se ajustaron mejor a la isoterma de Freundlich se hizo una agrupación tomando como base las pendientes de las ecuaciones y se presentan en la Fig. 3, donde se ve que el ajuste de los grupos va de  $R^2=0,42$  (grupo 3 a  $R^2=0,89$  (grupo 1), o sea que en algunos casos la isoterma de Freundlich no explica bien la retención de azufre en suelos agrupados; sin embargo, el que el 70 por ciento de los suelos se ajusten a esta isoterma está más de acuerdo a lo determinado por Bornemisza y Llanos (7) en tres suelos de Costa Rica y por Chao y colaboradores (14) en suelos de Oregón.

En los 21 suelos también se hizo la prueba cualitativa de alofana encontrándose en tres, reacción rápida, en tres, reacción media y en las 15 restantes la prueba fue negativa. Esto puede indicar una vez más que los materiales amorfos tienen capacidad limitada

de retención de sulfatos porque aquellos que dieron reacción rápida (suelos 18, 23 y 24), tienen al mismo tiempo los más altos contenidos de materia orgánica y ésta puede ser la que participe más en la retención.

#### Literatura citada

- AYLMORE, L. A. G. *et al.* Adsorption and desorption of sulfate ions by soil constituents. *Soil Science* 103 (1): 10-15 1967
- BARROW, N. J. Studies on extraction and availability to plants of adsorbed plus soluble sulfate. *Soil Science* 104(4):242-249 1967
- Studies on the adsorption of sulfate by soils. *Soil Science* 104(5): 342-349 1967
- SPENCER, K. y MacARTHUR, W. M. Effects of rainfall and parent material on the ability of soils to adsorb sulfate. *Soil Science* 108(2):120-126. 1969
- Influence of solution concentration of calcium on the adsorption of phosphate, sulfate and molybdate by soils. *Soil Science* 113(3):175-180 1972
- BORNEMISZA, E. e IGUE, K. Oxidos libres de hierro y aluminio en suelos tropicales. *Turrialba* 17(1):23-30 1967
- y LLANOS, R. Sulfate movement, adsorption and desorption in three Costa Rican soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 31(3):356-360. 1967
- COLEMAN, R. The importance of sulfur as a plant nutrient in world crop production. *Soil Science* 101(4): 320-339. 1966
- CORDERO, A. y SALAS, J. Evaluación de la fertilidad de tres suelos aluviales de Costa Rica mediante el método de las microparcelas de maíz. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1971. 29 p.
- Problemas de fertilidad de algunos suelos de Guanacaste bajo explotación ganadera. *Noticiero de Agronomía (Costa Rica)* 1(9):1-4. 1972
- CHANG, M. L. y THOMAS, G. W. A suggested mechanism for sulfate adsorption by soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 27(3):281-283. 1963
- CHAO, I. T., HARWARD, M. E. y FANG, S. C. Movement of  $S^{35}$  tagged sulfate through soil columns. *Soil Science Society of America Proceedings* 26(1): 27-32. 1962
- , HARWARD, M. E. y FANG, S. C. Soil constituents and properties in the adsorption of sulfate ions. *Soil Science* 94(5):276-283. 1962
- , HARWARD, M. E. y FANG, S. C. Adsorption and desorption phenomena of sulfate ions in soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 26(3):234-237. 1962

15. CHAO, T. T., HARWARD, M. E. y FANG, S. C. Cationic effects on sulfate adsorption by soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 27(1): 35-38. 1963.
16. ENSMINGER, L. E. Some factors affecting the adsorption of sulfate by Alabama soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 18(3): 259-264. 1954.
17. GEBRARDT, H. y COLEMAN, N. T. Anion adsorption by allophanic tropical soils; II-Sulfate adsorption. *Soil Science Society of America Proceedings* 38(2):259-262. 1974.
18. HARWARD, M. N. y REISENAUER, H. M. Reactions and movement of inorganic soil sulfur. *Soil Science* 101(4):326-355. 1966.
19. HOEFT, R. G., WALSH, I. M. y KEENEY, D. R. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. *Soil Science Society of America Proceedings* 37(3):401-404. 1973.
20. 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.
21. ————. Caracterización del estado nutricional de los principales andosoles de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. *Turrialba* 20(1):72-80. 1970.
22. MASSOUMY, A. y CORNFIELD, A. H. A rapid method for determining sulphate in water extracts of soils. *Analyst* 88:321-322. 1963.
23. MÜLLER, I. E. Deficiencia de azufre en algunos suelos de Centro América. *Turrialba* 15(3):208-215. 1965.
24. PEREZ, A. y OELSLIGLE, D. D. Comparación de diferentes extractantes para azufre en suelos de Costa Rica. *Turrialba* 25(3):232-238. 1975.
25. RAMOS, A. M. Influencia de lixiviación de aniones en pérdidas por arrastre de cationes. *Stica Costa Rica Informe Técnico* 6. 1958. 31 p.

## Reseña de Libros

BRUCHER, HEINZ. *Tropische Nutzpflanzen; Ursprung, Evolution und Domestikation*. (Plantas cultivadas tropicales; origen, evolución y domesticación). Berlin, Heidelberg, New York, Editorial Springer 1977, XIII + 529p.

Este es un libro admirable que, con la excepción de los pastos y los árboles maderables, cubre un enorme número de plantas y da cuenta de numerosas observaciones y experiencias del autor quien tuvo oportunidad de viajar extensamente en los tres continentes.

En el libro se discuten numerosos aspectos polémicos especialmente en torno a los centros de genes y de origen de diferentes especies; de hecho varias teorías de autores rusos se encuentran ampliamente refutadas sobre la base de hallazgos de plantas nativas y otras observaciones, especialmente en las Solanáceas y Cucurbitáceas.

Después de un artículo introducido sobre el principio de la domesticación, sigue un capítulo interesante sobre principios, métodos y errores asociados con las investigaciones en plantas cultivadas. Allí se argumenta contra las teorías de Vavilov y se da mucho más importancia a la acción humana.

El grueso del libro incluye las descripciones de las plantas, empezando con las gramíneas, los tubérculos, las plantas que producen proteínas, taninos, colorantes, resinas, gomas, fibras, latex y aceites diversos, frutas, hortalizas tropicales, especies, estimulantes y plantas oleaginosas; además hay una mención especial para diversos productos de palmas.

El mayor valor del libro es de poder tener toda esta información reunida, para fines comparativos incluyendo datos sobre plantas a veces poco conocidas tales como los numerosos árboles frutales, usualmente encontradas en jardines botánicos pero sin saber mucho sobre los lugares, las condiciones donde se cultivan comercialmente y los factores que permiten su cultivo y mejoramiento. La recopilación de literatura es admirable aunque inevitablemente faltan algunas publicaciones recientes. Los índices ayudan mucho para encontrar las especies y sus características genéticas.

Hay un pequeño error con *Spondias*. El autor sólo cita *S. dulcis* y *S. lutea* (= *S. mombin*). Pero la especie cultivada más común en América Latina y por cierto, la que corresponde a la fotografía en la p. 322 y erróneamente descrita como *Spondias lutea*, es *Spondias purpurea* que se usa también como seto vivo y se reproduce por estacas habiéndose logrado variedades notables.

Es de esperarse que en una futura edición se trate de aumentar la lista aún mayor de las especies que producen alimentos, especialmente si se producen vegetativamente.

En resumen, se trata de un magnífico libro de referencia para los que no le temen al alemán.

GERARDO BUDOWSKI  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)  
TURRIALBA, COSTA RICA

# Early growth and photosynthesis of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) under nutritional deficiencies\*

NORMA MOTTA, E MEDINA\*\*

## COMPENDIO

*El efecto de las deficiencias nutritivas de N y Fe se estudió en tomate en los estados tempranos de crecimiento antes de la floración, mediante el análisis del crecimiento, mediciones de la actividad fotosintética, y el análisis del contenido de nutrientes en las hojas.*

*Se muestra que el efecto de las deficiencias es especialmente evidente después de cuatro semanas de crecimiento en soluciones deficientes. Hay una correlación significativa entre el contenido de proteína soluble, clorofila y actividad de RuDP-carboxilasa y la edad y estado nutritivo de la hoja, y entre el contenido de proteína soluble y la actividad fotosintética. La deficiencia de N reduce el contenido foliar de todos los nutrientes estudiados en la hoja, mientras que la deficiencia de Fe aumenta notablemente el contenido de P.*

*Se discuten los resultados en relación con el uso del contenido de proteína soluble y la concentración de P en las hojas, para una detección temprana de las deficiencias en nutrientes y para determinación del estado fisiológico de plantas de tomate.*

### Introduction

THE early detection of potential nutritional deficiencies in plants cultures, is relevant for agricultural purposes, in order to prevent yield reductions in growth phases when they can not be avoided through fertilization. Techniques applied to that end have been basically a) leaf analysis of mineral nutrient concentrations (24); b) study of interactions between nutrients (7) and c) study of the effect of nutrient availability on structure and physiology of the photosynthetic apparatus of cultivated or wild plants (3, 4, 18, 22, 29).

Main effort has been laid on leaf area development because its relationship with plant production capacity has been early recognized (31). But in fact there are two interacting absorption surfaces, which to certain extent compete, and regulate the development of the whole plant: the leaf surface for CO<sub>2</sub> absorption and

light interception and the root surface for the absorption of mineral nutrients and water. Development and functional capacity of root surface is by far the least known process in crop physiology (9), and the physiological basis of the differences in root performance between species and varieties is still very little understood. Most of the knowledge useful in agriculture of root/shoot interactions is more phenomenological and it has been obtained with growth analysis techniques (10). With this method effects of nutrient deficiencies on organic matter distribution within the plant have been quantitatively described.

In this paper growth and photosynthesis of tomato plants grown in nutrient solutions deficient in Nitrogen and Iron are analysed looking at organic matter production and distribution, photosynthesis and the activity in vitro of RuDP-carboxylase, the enzyme responsible for photosynthetic CO<sub>2</sub> fixation in higher plants (5). Tomato was selected for its easy cultivation under laboratory conditions and because there exists considerable information on different aspects of its nutritional physiology (12, 14, 25, 27, 28).

\* Received for publication December 14th, 1977.

\*\* Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Apartado 1827, Caracas, Venezuela.

Finally, measurements were conducted before flower initiation in order to test early detection of deficiencies and to avoid retranslocation of minerals for seed and fruit formation.

### Material and Methods

#### Plant Material

Seeds of tomato (cv 'Royal Ace', Ferry Morse Seed Co) were germinated on pure sand moistened with demineralized water. After two weeks when the shoots reach 2-3 cm length and the first leaf is visible, seedlings were transplanted to vermiculite pots irrigated with the different nutrient solutions. These solutions are similar to those used by Hoagland and Arnon (13) differing in the concentration but not in the proportion of salts. Normal solution contained 15 mmoles/l Nitrate and 223  $\mu$  moles/l Fe. Nitrogen deficient solution (—N) contained only 0.5 mmoles  $\text{NO}_3^-$ /l; while to the Iron deficient solution (—Fe) no Iron was added.

Seedlings were grown thereafter in a growth chamber (photoperiod 12 h; thermoperiod 17° C night, 30° C day) under a light intensity of 550  $\mu$  E  $\text{m}^{-2}$   $\text{sec}^{-1}$  produced by 6 25w incandescent bulbs and 14 40w fluorescent tubes (Sylvania F72T12/cw/VHO). After 5 to 6 days from transplanting measurements were done every week until plants were approximately 50 days old.

#### Growth analysis

Weekly harvests were done and plant were separated in root, stem and leaves. Leaf area was measured with Ozalid paper printings and dry weight of the whole material was recorded. With this figures, growth parameters were calculated following formulas given by Květ et al. (16) and Evans (10): Shoot/root ratio (Leaf weight + stem weight/root weight); leaf area ratio (Leaf area/total weight); leaf weight ratio (Leaf weight/total weight); specific leaf area (leaf area/leaf weight); root weight ratio (root weight/total weight); relative growth rate ( $\ln P_2/\Delta t$ ) and unit leaf rate ( $= \text{net} \frac{1}{P_1}$  assimilation rate) ( $\frac{1}{\Delta t} \frac{P_2}{P_1} \times \ln \frac{A_2}{A_1} / \Delta t$ ) (P = dry weight; A = leaf area; t = time).

Leaves sampled for this purpose were weighed and its area measured. Extraction procedure has been described by Björkman and Gauhl (6) and it consisted in macerating leaf material (20 mg fresh weight/ml buffer) at low temperature ( $\sim 2^\circ\text{C}$ ) using Tris-HCl buffer 0.1 M, pH 7.9 at 30°C, EDTA-4 Na 0.25 mM,  $\text{MgCl}_2$  0.01 M, dithiothreitol (DTT) 0.76 mg/ml and isoascorbic acid 1 mg/ml. Macerated material

completely recovered from mortar was centrifuged at 0°C and 20,000 rpm during 1/2 hour. In the supernatant soluble protein (17) and activity of RuDP-carboxylase (6) were measured. The pellet was thereafter extracted with acetone 80% for chlorophyll determination (8).

#### Nutrient content analysis

Nutrient content of leaves was determined for the last two harvests Fe concentration could not be measured because plant material was not enough. N was measured with the microKjeldahl procedure while P was analysed colorimetrically with the vanado-molibdo-phosphoric method (15). K, Ca and Mg were measured through atomic absorption in acid digests of dry samples (30).

#### $\text{CO}_2$ exchange

Photosynthesis was measured in attached leaves with an open system using an infrared gas analyser as detector. The selected leaf was included in a ventilated leaf chamber whose temperature could be regulated circulating water at appropriate temperatures.

The assays were run twice during one year. The significance of the differences between treatments was assayed using the non parametric statistical test of Mann-Whitney (23).

### Results

#### Growth analysis

Fig 1 shows the typical growth patterns obtained in the experiments. It can be seen that during the 5 weeks measured the growth curves do not stabilize, neither total dry weight nor leaf area (1A and 1B). Nevertheless there is a clear effect of nutrient deficiency, which is obvious during the 5th week of growth. The patterns of unit leaf rate and relative growth rate under our experimental conditions show a clear maximum between the 3rd and 4th week for the complete and the —N nutrient solutions, the reduction in —N between the 4th and 5th week being the most drastic. Growth in the —Fe solutions shows that unit leaf rate changes little during the 5 weeks of observation, while relative growth rate diminishes steadily during the same period. This results are explained on the basis of photosynthate partition, shifted toward the roots in nutrient deficient plants. The low mobility of iron within the plants is probably related to the continuous reduction of relative growth rate.

Regressions between leaf area and leaf weight or weight of different organs against total dry weight were calculated in order to show the differential photosynthate distribution. All regressions were linear. Table 1 presents the values of regression coefficients, which

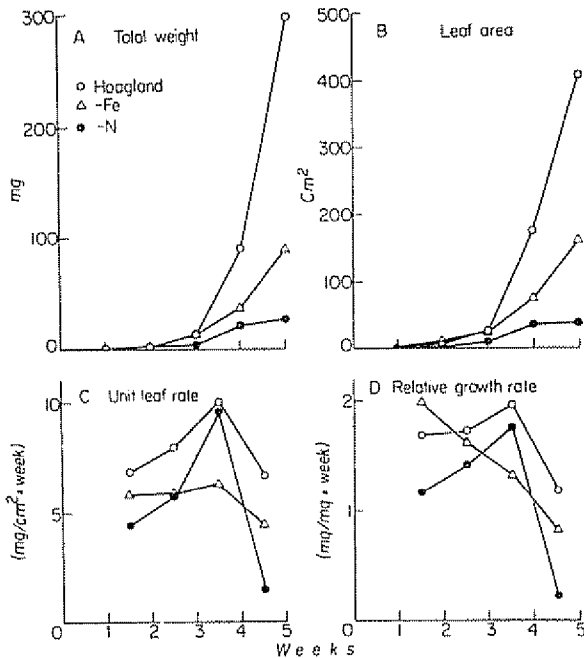


Fig 1—Growth characteristics of tomato plants grown in complete (o) Fe deficient (+) and N deficient (•) nutrient solutions. Light intensity 550  $\mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$  photoperiod 12h and thermo-period 17°C night, 30°C day

in each case correspond to one of the growth parameters described in the section of Methods.

In general specific leaf area decreases with leaf age; in our experiments changes within treatments were sufficiently small so that a linear relationship between leaf area and leaf weight was maintained during the

Table 1—Dry matter and leaf area ratios in tomato plants grown in complete or N and Fe deficient nutrient solutions

Treatment	Specific leaf area (cm <sup>2</sup> /g)	Leaf area ratio (cm <sup>2</sup> /g)	Leaf weight ratio (g/g)	Root weight ratio	Stem weight ratio	Shoot/root ratio
Complete nutrient solution	340	179	0.524	0.106	0.370	7.50
—Fe	281*	149*	0.504	0.163*	0.332	5.35*
—N	227*	118*	0.518	0.185*	0.293	3.83**

N = 10

\* Differences significant at P = 0.05

\*\* Differences significant at P = 0.01

whole experiment. Specific leaf area indices show that deficient leaves, specially —N are significantly thicker than normal leaves.

Table 1 shows that main impact of nutrient deficiency is the relative reduction in the amount of leaf area developed; this reduction reaches 17% in —Fe solutions and 37% in —N solutions.

Correspondingly relatively more roots are built in deficient nutrient solutions (53% in —Fe and 74% in —N), resulting in shoot/root ratios significantly lower in deficient solutions.

*Chlorophyll, soluble protein and RuDP-carboxylase activity*

As expected, chlorophyll content per unit leaf area and soluble protein content per gram fresh weight diminish markedly with age, and this reduction is more pronounced in plants growing in complete nutrient solution (Fig. 2).

It can be observed that chlorophyll may be used as an indicator of nutrient deficiency if it is severe. In our experiments restrictions of iron supply through the roots diminish chlorophyll content in a lesser extent than in the N deficient treatment.

Soluble protein of leaves is correlated with the measurable activity of RuDP-carboxylase in vitro within species (18, 19). In Fig. 2 it can be seen that RuDP-carboxylase activity follows the same pattern as for soluble protein in leaves of increasing age. Notice that the differences between treatments are more pronounced in young leaves, while in old leaves of all treatments measured activity is similar.

Old leaves of normal plants are also nitrogen deficient because this element is actively transported to growing leaves.

Fig. 3 shows the correlation obtained with all measured values. As leaf soluble protein is affected by age and nutrient deficiencies, RuDP-carboxylase activity is proportionately reduced. Protein content of old and deficient leaves therefore overlap. In order to separate these factors, young, almost fully expanded leaves, should be taken for comparison.

RuDP-carboxylase activity in vitro per unit soluble protein also changes with age and nutrient deficiency. Old and deficient leaves have lower specific carboxylase activities (2, 4, 18, 19).

Young healthy leaves, have always specific activities above 0.4  $\mu\text{ moles CO}_2/\text{mg protein} \times \text{min}$  and we estimate that this activity is obtained in the average with leaf soluble protein concentrations above 16 mg/g fresh weight.

*Photosynthetic activity of attached leaves*

Fig. 4 presents the results of typical experiments obtained with 50 days old plants using young, almost fully expanded leaves. Data have been plotted both per unit leaf area and fresh weight in order to emphasize differences in photosynthetic activity determined by



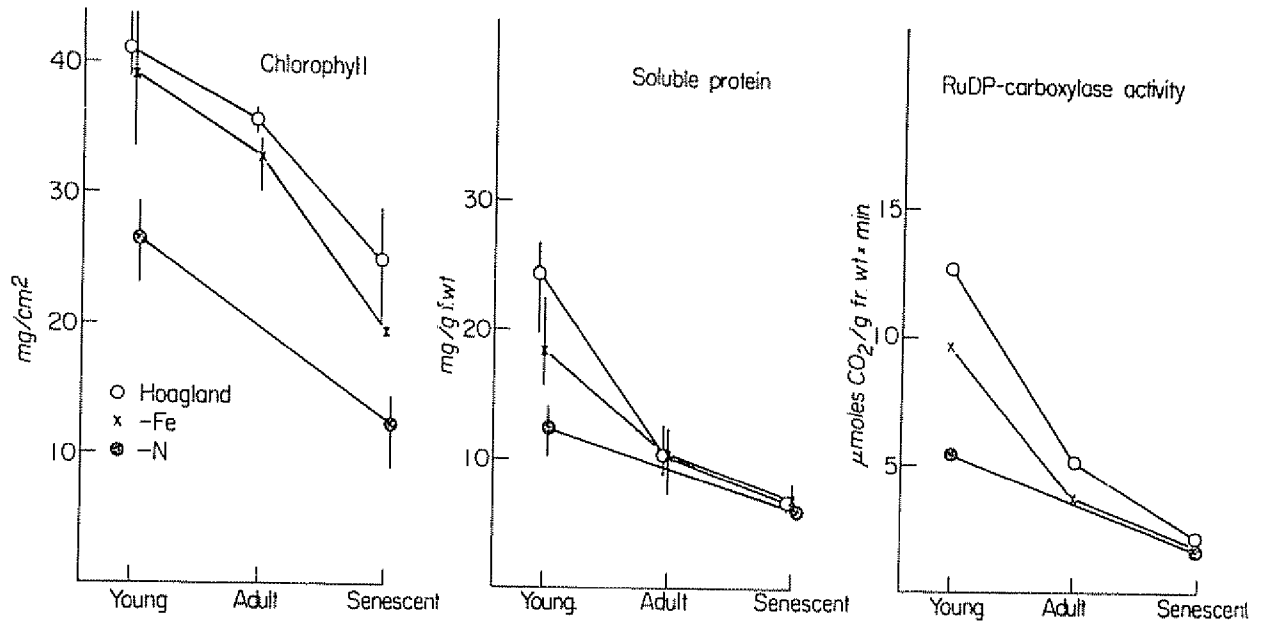


Fig 2—Chlorophyll and soluble protein content and RuDP-carboxylase activity of young (Y), adult (A) and old (S) tomato leaves of seedlings grown in complete, Fe deficient and N deficient solutions during 5 weeks. Conditions and symbols as in Fig 1.

structural changes in the leaves. It appears in Fig. 4 that reduction in Fe and N supply reduces significantly net CO<sub>2</sub> exchange, and the effect is more pronounced by the N deficiency. Differences between normal and deficient plants are more striking when data are

expressed on a fresh weight basis. The reason is that deficient leaves are considerably thicker (see Table 2)

From curves in Fig 4 it can be established that nutrient deficiencies affect both light absorption efficiency per unit leaf area and CO<sub>2</sub> fixation at near saturating light intensity. Light absorption efficiency is indicated by the slope of net gas exchange curves and it is increasingly reduced in Fe and N deficient leaves (see Table 2). Reduction in light dependent CO<sub>2</sub> exchange rates is correlated with the lower chlorophyll content per unit area (Fig. 2).

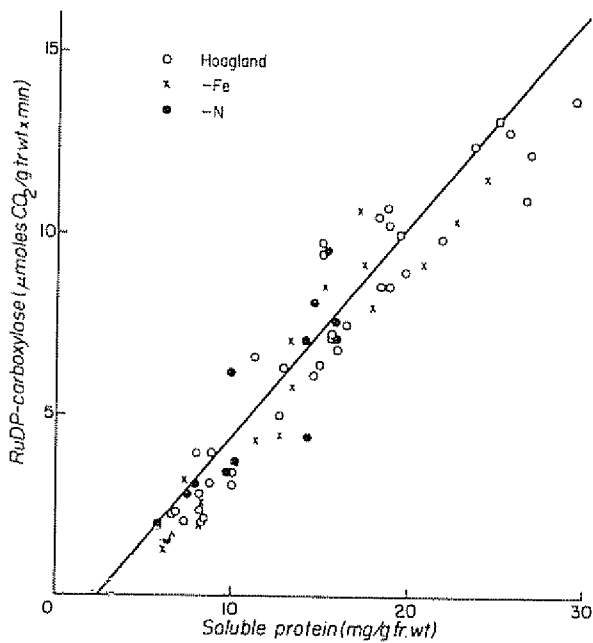


Fig 3—Relationship between RuDP-carboxylase activity per unit fresh weight in vitro and soluble protein content of tomato leaves of different age and grown in complete and N or Fe deficient nutrient solutions.

Table 2.—Photosynthetic characteristics of tomato plant leaves grown in complete or Fe or N deficient nutrient solutions

Treatment	Specific leaf area (cm <sup>2</sup> /g)	Maximum measured photosynthetic rate $\mu\text{ moles CO}_2/\text{g fr. wt} \times \text{hour}$	RuDP-carboxylase activity in vitro $\mu\text{ moles CO}_2/\text{g fr. wt. min}$	Slope of CO <sub>2</sub> exchange curves (on fresh wt. basis)
Hoogland	54	186.8	12.0	1.25
—Fe	41	127.2	10.3	0.74
—N	47	95.5	3.7	0.62

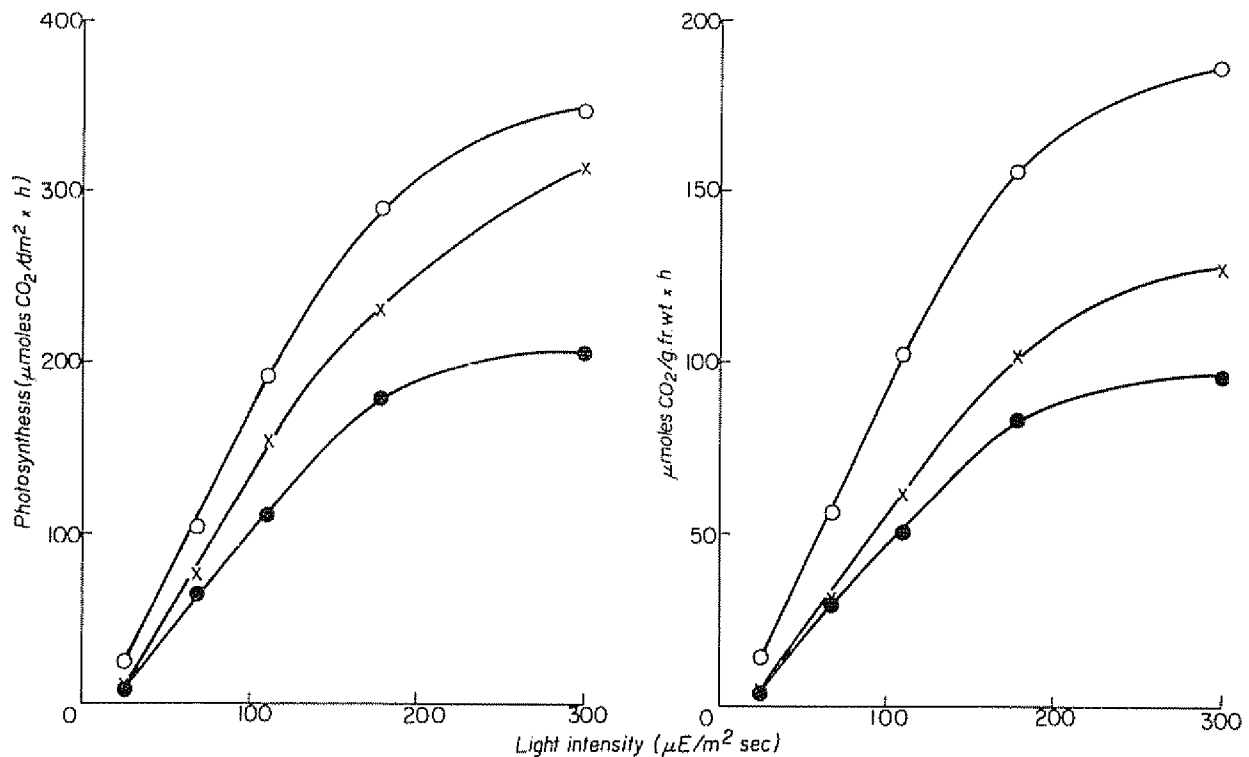


Fig. 1—CO<sub>2</sub> uptake at different light intensity in young leaves of approximately 50 days old plants grown in complete, Fe deficient or N deficient nutrient solutions. Conditions: Temp. 20-24°C. Relative humidity ~ 65%.

Photosynthetic rates at near saturating light intensity are correlated with activity of RuDP-carboxylase measured *in vitro*. Table 2 shows maximal measured rates of photosynthesis and the activity of RuDP-carboxylase in similar leaves as those used for CO<sub>2</sub> exchange measurements.

Differences in photosynthetic activity per unit chlorophyll or soluble protein between the treatments are smaller; therefore reductions observed in net CO<sub>2</sub> exchange are due to the lower light absorption (reduced chlorophyll content per unit area) and lower RuDP-carboxylase activity (less soluble protein per unit area).

#### Leaf nutrient content

Nutrient content of leaves is strongly influenced by age and nutrient supply to the roots. Fig. 5 shows the results obtained with leaves of different ages during the 5th week after transplanting. During the whole experiment the same pattern is observed, only that differences are less pronounced at the beginning.

Nitrogen deficiency results in a strong reduction in the concentration of all measured nutrients, more pronounced towards the apex leaves. This reflects perturbation in ion absorption and translocation. It seems that inhibition of protein synthesis in the leaves as a result requirements, while proportion between

nutrients are maintained similar to normal non nitrogen deficient leaves. This is observed when the relationship  $(K + Ca + Mg) / (P + N)$  is plotted for leaves of different ages (Fig. 5).

Fe deficiency does not result in differences in the content of Ca and Mg, but it reduces significantly K content. On the contrary, absolute content of P, and to a less extent N, are drastically increased. It means that there has been a shift in the cation/anion relationship towards an increase in anion absorption. It might be possible that the pronounced increase in P content of Fe deficient plants is the result of higher P availability from the nutrient solution due to the absence of Fe in it. Nevertheless no significant pH changes of the solution are observed during the experiment, because of the frequent renewal of the nutrient solution, nor insolubilization of P was observed due to precipitation of the Fe salt.

#### Discussion

The purpose of this paper was to find a useful relationship between growth, photosynthesis and nutrient supply for the early detection of mineral deficiencies in tomato. Therefore measurements were performed under controlled conditions and before flower setting in order to avoid complications in nutrient translocation patterns within the plant. This precaution would

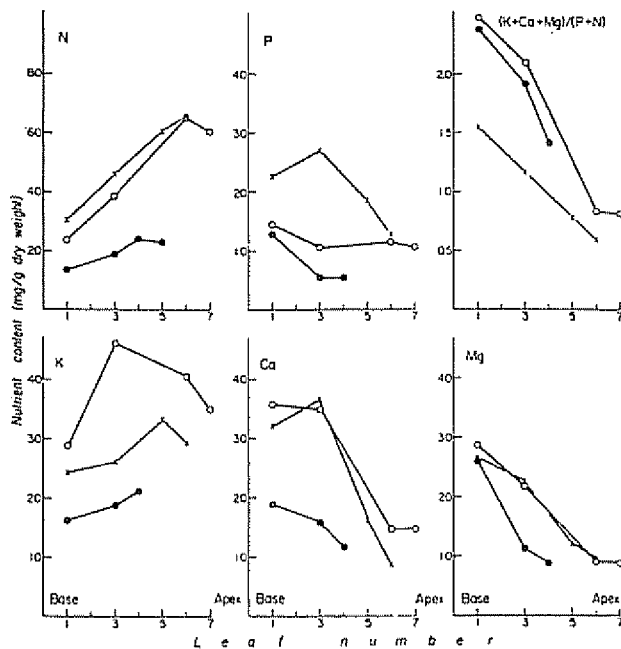


Fig 5—Nutrient content per unit dry weight of leaves of different age of tomato plants grown during 5 weeks in complete, Fe deficient or N deficient nutrient solutions

not be necessary following Tanaka *et al.* (27, 28) paper. These authors showed in tomato that the reproductive and vegetative growth do not compete for mineral nutrients or photosynthates, because fruit growth proceeds with current nutrient flow and photosynthesis: from adult leaves.

The experiments reported here indicate that growth disturbances induced by low nutrient supply are clearly observed after 4 weeks of growth in deficient nutrient solutions. Relative growth rate and unit leaf rate are significantly reduced after 5 weeks, being in —Fe approximately 30 per cent lower than control, while in —N is more than 80% lower than control. —Fe and —N seems to accelerate senescence of adult leaves as has been previously reported (18, 32). Other growth characteristics greatly influenced by Fe and N supply are specific leaf area and shoot/root ratio, both decreasing with deficiency. The apparently most important overall effect on growth is the total reduction of leaf area development.

RuDP-carboxylase activity is linearly correlated to total soluble protein present in the leaves. Since RuDP-carboxylase activity is strongly correlated to light saturated photosynthetic rate (3, 6, 19) it appears that soluble protein content in tomato can be taken as a useful indicator of the photosynthetic capacity of the leaves. Apparently, young tomato leaves with soluble protein content below 16 mg/g dry weight might be considered as nutrient deficient leaves.

Photosynthetic  $\text{CO}_2$  exchange is reduced in Fe and N deficient leaves, both in light dependent and light saturated phases. The decrease in the light saturated

rates of  $\text{CO}_2$  uptake might be correlated with increase in mesophyll resistance as reported by Ryle and Hesketh (22). In tomato nevertheless, this reduction seems to be related more with the activity of RuDP-carboxylase ("Carboxylation resistance") as was found earlier in *Atriplex patula* (18, 19). Stocking (26) has also shown in maize that Fe deficiency reduces considerably the in vitro measurable activity of RuDP-carboxylase. In our experiments stomatal resistance could not be measured, but the relative water loss per leaf area does not vary significantly between the treatments. This finding is not in agreement with other results obtained with sugar beet, in which stomatal resistance increases in the same manner as mesophyll resistance does (21).

The reduction in the light intensity dependent rate of photosynthesis obtained in Fe and N deficient tomato plants are explained through the decrease in chlorophyll concentration per unit leaf area.

Maximal photosynthetic rates reported here are lower than those reported by Tanaka *et al.* (27, 28). The reason might be that our plants were grown under relatively lower light intensities. Differences in photosynthetic  $\text{CO}_2$  uptake are more marked when rates are expressed per unit fresh weight than per unit leaf area, the reason is that deficient leaves are thicker (Table 1).

The impact of N and Fe deficiency on the composition of the leaves is completely different. N deficiency reduces the amount of all mineral nutrients measured, therefore leaves of plants grown in complete and N deficient nutrient solutions have the same proportion of N, P, K, Ca and Mg. Deficiency of Fe results in a significant increase in P content and partially also in N content of the leaves (Fig 5).

The increase of P does not appear to be related to the interaction between Fe and P in the nutrient solution but to an inhibition of P utilization in the leaves. On the other hand, Fe seems to be involved in the synthesis of a RNA fraction which is needed for cell division in isolated pea roots (1). Under Fe deficiency therefore, less P would be retained in the roots and consequently more is translocated to the shoots.

Abnormal high values of P in young adult leaves might be used as an indicator of impairment in Fe supply through the roots.

The quotient  $\text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} / \text{N} + \text{P}$  is inversely correlated with leaf age (Fig 5) as discussed by Friis-Nielsen (12). It can not be used for comparison between normal and Fe deficient plants due to the change in the proportion of this constituents in the Fe deficient plants.

#### Summary

By means of growth analysis, measurements of the photosynthetic activity and analysis of nutrient content of the leaves, the effect of nutritional deficiencies of N and Fe is studied in tomato during the early stages of growth before flowering.

It is shown that effect of deficiencies is specially apparent after 4 weeks of growth in deficient solutions.

There is a significant correlation between the soluble protein content, chlorophyll and RuDP-carboxylase activity and the age and nutritional status of the leaf and between soluble protein content and photosynthetic activity.

The N deficiency diminishes the content of all nutrients studied in the leaf, while Fe deficiency increases notably the P content.

The results are discussed in relation to the use of soluble protein content and P concentration in the leaves for the early detection of nutrient deficiencies and for the determination of the physiological status of the tomato plants

#### Literature cited

- 1 ABBOTT, A. J. Changes in growth and metabolism of excised pea roots associated with iron deficiency. *New Phytologist* 71: 85-92. 1972.
- 2 ANDREEVA, T. A. and AVDEEVA, T. F. Fraction. I protein and the photosynthetic activity of leaves. *Fiziologiya Rastenii* 17: 225-233. 1970.
- 3 ANDREEVA, T. F., AVDEEVA, T. A., VLASOVA, M. P., THIEU THYOK, N. and NICHIPOROVICH, A. A. Effect of nitrogen nutrition on the structure and function of the photosynthetic apparatus in plants. 8: 1-61. 1973. *Soviet Plant Physiology*. 18: 591-597. 1971.
- 4 AVDEEVA, T. A. and ANDREEVA, T. F. Nitrogen nutrition and activities of CO<sub>2</sub> fixing enzymes and glyceraldehyde phosphate dehydrogenase in broad beans and maize. *Photosynthetica*. 7: 140-145. 1973.
- 5 BJÖRKMAN, O. Comparative studies on photosynthesis in higher plants. *Photophysiology*. 8: 1-161. 1973.
- 6 ——— and GAUHL, E. Carboxydismutase activity in plants with and without  $\beta$ -carboxylation photosynthesis. *Planta* 88: 197-203. 1969.
- 7 BROWN, J. C. Interaction involving nutrient elements. *Annual Review of Plant Physiology* 14: 93-106. 1963.
- 8 BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. *Photochemistry and Photobiology*. 2: 241-249. 1963.
- 9 EPSTEIN, E. Mineral nutrition of plants; principles and perspectives. New York, Wiley. 1972.
- 10 EVANS, G. C. The quantitative analysis of plant growth. Berkeley University of California Press. 1972.
- 11 FRIIS-NIELSEN, B. Interpretation of chemical plant analyses and control of nutrient status of growing plants exemplified by tomato plant. *Plant and Soil* 30: 183-209. 1969.
- 12 ———. Growth, water and nutrient status of plants in relation to patterns of variations in concentrations of dry matter and nutrient elements in base-to-top leaves. I. Distribution of contents and concentrations of dry matter in tomato plants under different growth conditions. *Plant and Soil* 39:661-673. 1973.
- 13 HOAGLAND, D. R. and ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station, Circular 347. 1950.
- 14 HURD, R. G. The effect of an incandescent supplement on the growth of tomato plants in low light. *Annals of Botany* 38: 613-623. 1974.
- 15 JACKSON, M. I. Análisis químico de suelos. Madrid, Omega, 1964.
- 16 KVĚT, J., ONDOEK, J. P., NECAS, J. and JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In *Plant photosynthetic production; manual of methods*. Z. Sesták, J. Calsky and P. G. Jarvis (Eds) The Hague, Dr W. Junk, 1971. pp. 343-384.
- 17 LOWRY, O. H., ROSENBOUGH, N. J., FARR, A. I. and RANDALL, R. J. Protein measurement with the Folin Phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193: 265-276. 1951.
- 18 MEDINA, E. Relationship between nitrogen level, photosynthetic capacity and carboxydismutase activity in *Atriplex patula* leaves. *Carnegie Year Book* 69: 655-662. 1970.
- 19 ———. effect of nitrogen supply and light intensity during growth on the photosynthetic capacity and carboxydismutase activity of leaves of *Atriplex patula*. *Carnegie Year Book* 70: 551-559. 1971.
- 20 NÁTR, L. Influence of mineral nutrients on photosynthesis of higher plants. *Photosynthetica* 6: 80-99. 1972.
- 21 NEVINS, D. J. and LOOMIS, R. S. Nitrogen nutrition and photosynthesis in sugar beet. *Crop Science* 10: 20-25. 1970.
- 22 RYLE, G. J. A. and HESKETH, J. D. Carbon dioxide uptake in nitrogen deficient plants. *Crop Science* 9: 451-454. 1969.
- 23 SIEGEL, S. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York, McGraw-Hill. 1956.
- 24 SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissues. *Annual Review of Plant Physiology* 13: 81-108. 1962.
- 25 SPENCER, D. and POSSINGHAM, J. V. The effect of nutrient deficiencies on the Hill reaction of isolated chloroplasts from tomato. *Australian Journal of Biological Sciences* 13: 441-455. 1960.
- 26 STOCKING, C. R. Iron deficiency and the structure and physiology of maize chloroplasts. *Plant Physiology* 55: 626-631. 1975.
- 27 TANAKA, A., FUJITA, K. and KIKUCHI, K. Nutritional studies on the tomato plant. I. Outline of growth and nutrient absorption. *Soil Science and Plant Nutrition (Tokyo)*. 20: 57-68. 1974.
- 28 ———, FUJITA, K., and KIKUCHI, K. Nutritional studies on the tomato plant. III. Photosynthetic rate of individual leaves in relation to the dry matter production of plants. *Soil Science and Plant Nutrition (Tokyo)* 20: 173-183. 1974.
- 29 TERRY, N. and ULRICH, A. Effects of Magnesium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. *Plant Physiology* 54: 379-381. 1974.
- 30 WALSH, I. M. Instrumental methods for analysis of soils and plants tissue. 2nd ed. Madison, Wisc. Soil Science Society of America, 1971.
- 31 WALTER, H. Einführung in die Phytologie. I. Stuttgart, Eugen Ulmer. 1962.
- 32 WOOLHOUSE, H. W. Leaf age and mesophyll resistance as factors in the rate of photosynthesis. *Hilger Journal* 11: 7-12. 1967.

## Reseña de Libros

ALVIM, P. DE T. y KOZLOWSKI, T. T., eds *Eco-physiology of tropical crops*. New York, Academic Press, 1977. 502p

Resulta descorazonante el observar el poco desarrollo tecnológico de los cultivos tropicales. Los estudios hechos muestran una cantidad de observaciones y experimentación aislada sobre fenómenos también aislados, sin una tendencia de grupo o de conjunto, salvo muy honrosas y contadas excepciones.

Es por eso que la tarea a la que se dieron los autores de los distintos capítulos de este libro resulta muy valiosa y útil, aunque en algunos casos se sienta el desaliento que enfrentó el autor al no encontrar suficiente información para armar lo concerniente al cultivo encomendado.

El enfoque adoptado fue el de ver a la planta con su potencial genético, desarrollándose en un ambiente dado por una serie de factores, los que concomitantemente actúan sobre la fisiología de la planta, determinando en última instancia el comportamiento de esa planta.

El comportamiento en ese sentido es susceptible de ser manipulado por el hombre y en tal forma puede aumentarse o disminuirse su producción de hojas, flores, frutos, raíces, latex, etc.

Por lo tanto, se dedican dos capítulos introductorios a explicar el clima y los suelos de los trópicos. El clima contempla en este capítulo los componentes más importantes como la luz, la temperatura y el agua, con todas sus posibles variantes. Sin embargo, en capítulos posteriores se mencionan factores como el viento, que resulta sumamente importante en los trópicos, y la altura sobre el nivel del mar por su influencia en los otros factores del ambiente. El fuego, el rocío, el ambiente social, las plagas y las enfermedades y hasta las tempestades o rayos también se mencionan en relación con algunos cultivos.

Los cultivos que se tomaron en cuenta fueron: arroz, caña de azúcar, piña, pastos, raíces alimenticias, camote, café, cacao, hule, té, palma de aceite, coco, cítricos, bananos, marañón, mango. Es notoria la falta de fibras, especias, otras oleaginosas tropicales, plantas medicinales y desde luego, muchos frutales y verduras. Obviamente, hubiera sido imposible incluir todos los cultivos, pero se siente la tendencia a pensar que por ejemplo, el aguacate hubiera sido más importante que el marañón, o que quizás hizo falta un capítulo específico sobre yuca.

El tratamiento dado a cada cultivo varía mucho en razón de la información existente, pero en todos se hace un esfuerzo por puntualizar todas las incógnitas que aún existen y que deben ser investigadas. Los autores trataron de volcar en cada capítulo toda su experiencia y, como es natural, haciendo énfasis en la

literatura de sus áreas de trabajo. Por ejemplo, es curioso observar que en el capítulo de suelos, que por cierto está muy bien tratado, casi no se citan trabajos latinoamericanos, con excepción de los brasileños.

Documentos como este resultan sumamente útiles en la medida en la que ayudan a comprender mejor el comportamiento básico de los cultivos tropicales y en consecuencia a hacer un aprovechamiento más eficiente de la abundancia de luz, altas temperaturas y lluvias.

El hecho de que el libro esté escrito en inglés limitará su uso entre los técnicos latinoamericanos y muy especialmente entre los estudiantes.

Con mucha frecuencia se hacen reuniones de expertos y técnicos de reconocida competencia, pero muy pocas veces se publican las conclusiones de manera que sean de utilidad a todos los interesados. Este libro es el resultado del Simposio Internacional sobre Ecofisiología de los Cultivos Tropicales, que se celebró en Manaus, Brasil, en 1975, en el que se revisó el concepto de ecofisiología y el estado del conocimiento de esa disciplina en relación con los cultivos tropicales.

CARLOS ENRIQUE FERNANDEZ  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE  
CIENCIAS AGRICOLAS  
SAN JOSE, COSTA RICA

PEST CONTROL in tropical root crops London,  
Centre for Overseas Pest Research, PANS, Man-  
ual N° 4. 1978. 235 p £ 2.50 net

Las raíces son alimentos importantes en los trópicos, por lo que es apropiado que el cuarto Manual PANS trate sobre camote, yuca, ñames y taro (*Colocasia esculenta*).

Este manual contiene capítulos generales sobre control de malezas, de roedores y sobre almacenamiento, seguidos por secciones sobre control de enfermedades, nematodos y plagas en cada cultivo. De los cuatro cultivos estudiados, el camote predomina en Asia (92% de la producción mundial), mientras que en África tienen la supremacía los ñames (97% de la producción mundial), el taro (80%) y la yuca (42%). Este último es el que más importancia tiene en América del Sur (30%). La distribución de los cuatro cultivos está equilibrada en el libro, desde 50 páginas para la yuca hasta 30 para los ñames. El volumen está bien ilustrado y con abundantes referencias en la literatura. Al final tiene un glosario, y listas, ordenadas por nombres científicos, de enfermedades, de nematodos, de insectos y ácaros, y de nombres comunes de plaguicidas, con algunos nombres comerciales. Tiene índice de materias.

# Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. II. Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de gallinaza y almidón\*

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

## ABSTRACT

An experiment consisting of two nitrogen balance trials was conducted with cattle to a) evaluate the utilization of poultry litter nitrogen ( $X_1$ ) as it substituted various proportions (per cent) of the total nitrogen (N) of the ration, and b) to study the effects on nitrogen retention of the substitution of different proportions of the metabolizable energy (ME) of the ration with ME of green bananas ( $X_2$ ). During the first trial, poultry litter N accounted for 0, 39, 60 and 73 per cent of the total N content, and the level of  $X_2$  was maintained at 16 per cent. In the second trial, green bananas ME substituted 0, 7, 16, 25 and 58 per cent of the total ME content of the ration, with  $X_1$  held constant at 38 per cent. For both trials, 10 Romo Sinnano bull calves averaging 8 mo. and 150 kg live weight, were used in a completely randomized design.

It was found that N retention decreases as the level of poultry litter N in the ration increases, mainly due to an increase of urinary N excretion. This relationship is expressed by the following equation:  $Y_3 = 637 - 3.2X_1$ , ( $R^2 = 0.91$ ;  $p \leq 0.05$ ), where  $Y_3 =$  mg of N retained/kg<sup>0.75</sup>/day and  $X_1 =$  percentage of the total N provided by poultry litter. On the other hand, the inclusion of green bananas (starch) increased nitrogen retention up to the point where  $X_2 = 37.5$  per cent. Higher levels of bananas beyond this point resulted in a decrease in nitrogen retention. This relationship is mathematically expressed by the equation:  $Y_4 = 285 + 24X_2 -$  percentage of the total ME provided by green bananas.

It was concluded that chicken litter may be used in feeding systems whose objectives are not a fast rate of growth, although the efficiency of the chicken litter N utilization can be improved with the inclusion of a source of starch providing about 35 per cent of the total ME of the ration.

## Introducción

EN los países tropicales, los recursos energéticos que se utilizan en la alimentación de rumiantes son baratos y abundantes, mientras que los recursos de tipo protéico son escasos, y en numerosos casos, importados. Consecuentemente, se

hace necesario buscar nuevas fuentes de proteína y métodos apropiados para su utilización en la alimentación del rumiante.

La gallinaza, material de desecho de la industria avícola, presenta una composición química que la clasificaría como una fuente de volumen y, moderadamente, de proteína (17). Su contenido total de proteína está alrededor de un 30 por ciento y, según resultados presentados por Bhattacharya y Taylor (4), se puede concluir que la mayor porción de la proteína, potencialmente utilizable por el rumiante, está en for-

\* Recibido para publicación el 26 de diciembre de 1977

\*\* Asistente de Investigación y Nutricionista, respectivamente, Programa de Bovinos y Especies Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

ma de nitrógeno no protéico (NNP), principalmente ácido úrico. Son abundantes los trabajos en que se ha demostrado que el rumiante puede utilizar NNP como fuente de proteína (15). Específicamente, se ha logrado determinar que el ácido úrico, en comparación con la urea, es más eficientemente utilizado por los microorganismos del rumen, ya que es menos soluble en agua y por consiguiente está menos sujeto a pérdidas debidas a una rápida producción de amoníaco (11, 12).

Se ha establecido la necesidad de una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables, que provean la energía necesaria para la síntesis protéica a partir del NNP (15, 16). Además, se ha encontrado que el tipo de fuente energética puede afectar la eficiencia de utilización del NNP a nivel del rumen, o servir en la economía metabólica de la proteína absorbida, al suplir los niveles de glucosa requeridos por el rumiante (5, 8, 9). Así, Herrera (7) encontró que la ganancia de peso en vacas de desecho, con raciones isocenergéticas e isoprotéicas, eran mayores cuando la ración contenía almidón, en comparación con aquellas que contenían melaza únicamente.

Basándose en estos resultados, se diseñó el presente trabajo con el fin de evaluar la economía metabólica del nitrógeno de la gallinaza (sin ningún procedimiento previo) y estudiar el efecto del almidón en la economía metabólica de la ración.

#### Material y métodos

Se usaron 10 toretes Romo Sinuanos de ocho meses de edad, con un peso promedio de 150 kg, los cuales fueron desparasitados interna y externamente,

Cuadro 1.—Descripción de los tratamientos <sup>a/</sup>

Prueba	Tratamiento	% el N total suplido por gallinaza	% de la EM total suplida por banano	Unidades Experimentales
1	I	0	15	3
	II	40	15	6
	III	60	15	2
	IV	80	15	2
2	V	40	0	2
	VI	40	5	4
	VII	40	15	5
	VIII	40	25	1
	IX	40	50	2

<sup>a/</sup>

Todas las raciones fueron isoprotéicas (14% PC) e isocalóricas (2.50 Mcal de EM/kg de MS)

y adaptados, durante 15 días, al consumo de gallinaza con una ración que contenía 2,05 Mcal de EM/kg de MS y 13,7 por ciento de PC, de la cual 45,7 por ciento era aportada por la gallinaza. Luego de esta adaptación preliminar, se llevaron a cabo dos pruebas de balance metabólico, utilizando para ello un diseño irrestrictamente al azar, cuyos tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Se prepararon nueve raciones correspondientes a los tratamientos del Cuadro 1, usando los ingredientes descritos en el Cuadro 2. Como ejemplo, en el

Cuadro 2.—Caracterización química de los ingredientes usados <sup>a/</sup>

Ingredientes	MS %	PC %	FC %	<sup>b/</sup> EM Mcal/kg MS
Bagazo de caña	78	1,80	41,86	0,80
Melaza de caña	64	3,50	9,90	3,47
Gallinaza (sin procesar)	90	20,03	15,50	2,00
Harina de carne y hueso	91	44,00	2,30	2,52
Banano verde	21	4,50	4,80	3,00

<sup>a/</sup>

Datos expresados en base seca.

<sup>b/</sup>

Datos obtenidos de la literatura.

Cuadro 3 se presentan cuatro de las nueve raciones utilizadas. Todas las raciones fueron ofrecidas a razón del 3 por ciento del peso vivo de los animales. El período experimental de cada prueba consistió en una etapa de siete días de adaptación a las raciones

Cuadro 3.—Raciones experimentales.

Ingredientes	<sup>a/</sup> Tratamiento			
	I	IV	V	XI
Melaza	43,65	29,62	45,31	7,28
Banano	13,62	12,40	—	41,08
H de Carne	28,21	8,57	15,08	14,24
Gallinaza	—	40,62	28,54	26,95
Bagazo	11,52	8,79	11,07	10,45

<sup>a/</sup>

Datos expresados como porcentaje del total, en base seca

Cuadro 4—Niveles de sustitución observados.

Prueba	Tratamiento	% del N total suplido por gallinaza	% de la EM total suplida por banano
1	I	0,00	16,15
	II	38,97	16,15
	III	60,29	16,15
	IV	73,00	16,15
2	V	38,25	0,00
	VI	38,25	6,73
	VII	38,25	16,18
	VIII	38,25	24,99
	IX	38,25	58,48

en estudio, seguida por una etapa de recolección total de cinco días. Tanto las muestras de heces y orina como las muestras de alimento, fueron analizadas para determinar su contenido de PC siguiendo el método de micro-kjeldahl; el contenido de humedad se determinó por deshidratación al vacío (1).

### Resultados y discusión

Dado que los animales consumieron totalmente la porción correspondiente de banano, no así el resto de la ración, los niveles de sustitución de ambas variables fueron diferentes a los inicialmente planeados (Cuadro 1) por lo que para el análisis estadístico se utilizaron los niveles observados (Cuadro 4).

#### 1. Efecto de la gallinaza

La respuesta animal a la inclusión de la gallinaza en la ración se presenta en el Cuadro 5.

Al aumentar el nivel de la gallinaza en la ración ( $X_1$ ) se produjo una disminución lineal de la retención de nitrógeno según se presenta en las Figs 1 y 2. Esta disminución se debió principalmente a un aumento de la cantidad de nitrógeno excretado en la orina (Cuadro 5).

Si se considera el hecho de que la gallinaza es un material que ha sido digerido previamente por otro animal, se esperaba que la calidad y digestibilidad de los distintos principios nutritivos que en ella se encuentran, sean bastante bajos, principalmente para el caso de la proteína verdadera. Esta suposición ha sido confirmada por los resultados obtenidos por Bhattacharya y Fontenot (3), que indican que del contenido total de proteína cruda de la gallinaza, el 40-45 por ciento está constituido por proteína verdadera,

Cuadro 5—Consumo total, consumo y balance de nitrógeno (N) y digestibilidad aparente según el nivel de gallinaza en la ración.

Parámetros	Nivel de Sustitución <sup>a/</sup>			
	0	39.0	60.3	73.0
Peso promedio de los animales, kg	178	154	158	147
Consumo de MS, kg/animal/día	4,6	3,7	3,9	3,5
Consumo de N, g/animal/día	96,1	82,5	83,1	80,2
Nitrógeno urinario, g/animal/día	15,4	19,3	19,5	27,0
Digestibilidad aparente del N, %	47,8	51,2	49,3	53,5
Retención de N				
En relación al consumo, %	31,8	27,6	25,4	20,2
En relación al absorbido, %	66,6	53,8	51,9	37,7
En base al peso metabólico, mg/kg <sup>0.75</sup> /día	621	552	474	384
Digestibilidad aparente de la MS, %	61,9	64,1	61,5	67,0

<sup>a/</sup> Sustitución del N total por N de gallinaza



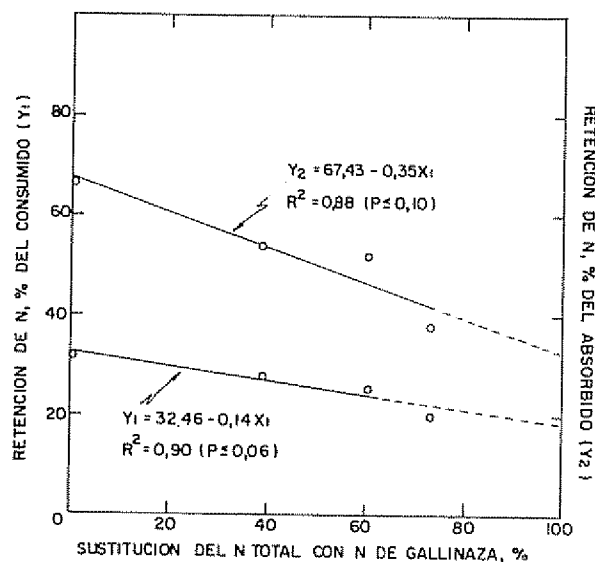


Fig. 1.—Efecto de la inclusión de gallinaza en la ración sobre la retención de nitrógeno

de la cual sólo el 23,4 por ciento es digestible. Esto implicaría que la otra fracción nitrogenada (NNP) de la gallinaza, constituida principalmente por ácido úrico, estaría aportando la mayor porción del nitrógeno disponible para el rumiante. La inclusión del NNP en sustitución de la proteína verdadera de la ración, ha sido asociada con menores ganancias de peso y un aumento en la excreción de nitrógeno urinario (6, 13).

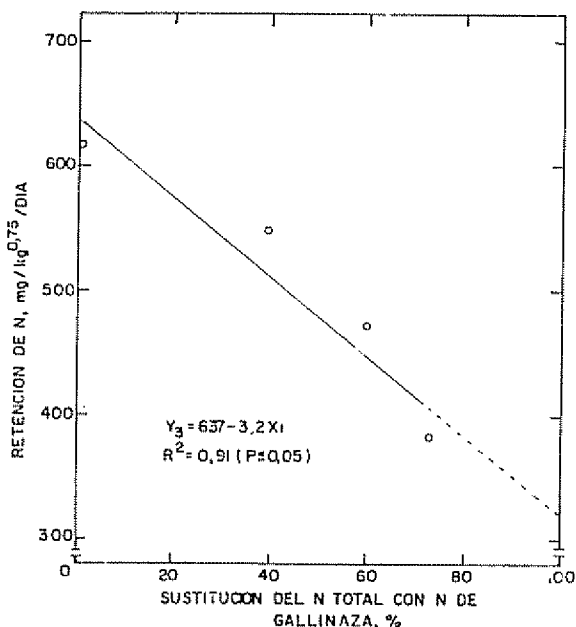


Fig. 2.—Efecto de la inclusión de gallinaza en la ración sobre la retención absoluta de nitrógeno.

Las retenciones de nitrógeno ( $\text{mg}/\text{kg}^{0,75}$ ) obtenidas en el presente trabajo (Cuadro 5), presentan tendencias similares a las obtenidas por Bhattacharya y Fontenot (2). Recalculando los resultados de estos autores, se obtuvieron retenciones de 169, 115, 115 y 56  $\text{mg}/\text{kg}^{0,75}$ , a niveles de sustitución del N total con N de gallinaza de 0, 25, 50 y 100 por ciento, respectivamente. Los mayores niveles de retención observados en el presente trabajo es posible que hayan sido causados por el uso de animales muy jóvenes (8 meses de edad), con una alta tasa de síntesis protéica y crecimiento, mientras que Bhattacharya y Fontenot emplearon ovejas de un año de edad,

No se detectaron diferencias significativas en cuanto a la digestibilidad aparente del nitrógeno ni de la materia seca, debido a la inclusión de gallinaza. Si estos parámetros fuesen los únicos usados para evaluar distintas fuentes de proteína, se podría concluir que la gallinaza es comparable a la harina de carne y hueso, a la cual sustituía en la ración. Sin embargo, esto estaría en clara contradicción con los resultados obtenidos para la retención de nitrógeno (Cuadro 5). Esta aparente divergencia de resultados se explica considerando el hecho de que la gallinaza tiene una fracción importante de nitrógeno en forma de NNP, tal como se estableció en el párrafo anterior. El NNP, dada su metabolización característica, desaparece por completo a nivel ruminal por lo que su "digestibilidad aparente" es cercana al 100 por ciento. Especialmente al comparar proteínas verdaderas con fuentes de NNP, el parámetro digestibilidad aparente no puede considerarse como un buen índice de la calidad de la proteína cruda (como sí lo es la retención de N), puesto que para su determinación no se consideran las pérdidas de nitrógeno en la orina, las cuales aumentan con la inclusión de NNP en la ración (6, 13). En el caso de comparaciones de proteínas verdaderas, la digestibilidad aparente se puede considerar como un índice de la calidad de las mismas.

## 2 Efecto del banano

Los promedios de retención de nitrógeno y de digestibilidad aparente, se presentan en el Cuadro 6.

Manteniendo todas las raciones isocalóricas, la inclusión de banano (almidón) en la ración ( $X_2$ ) resultó en un aumento inicial de la retención de nitrógeno (Figuras 3 y 4). El nivel de banano que produce la máxima retención absoluta de nitrógeno fue el correspondiente a un aporte de 37,5 por ciento de la EM total con EM de banano, a un nivel de 38 por ciento del N total proveniente de la gallinaza.

El efecto benéfico del almidón sobre la retención de N puede tener varias causas actuando simultáneamente. Se argumenta, entre otras, que la menor tasa de hidrólisis del almidón, en comparación con la melaza, asegura una disponibilidad más constante de

Cuadro 6—Consumo total, consumo y balance de nitrógeno (N) y digestibilidad aparente según el nivel de banano en la ración.

Parámetros	Nivel de Sustitución <sup>a/</sup>				
	0	6.7	16.2	25.0	58.5
Peso promedio de los animales, kg	130	136	154	176	144
Consumo de MS total, kg/animal/día	2,8	2,7	3,7	4,7	3,4
Consumo de N total, g/animal/día	66,4	59,8	82,5	109,3	76,4
N urinario, g/animal/día	29,2	16,9	19,3	20,6	10,3
Digestibilidad aparente del N, %	65,6	50,0	51,2	53,8	41,2
Retención de N					
En relación al consumo, %	20,9	22,4	27,6	34,9	30,8
En relación al absorbido, %	32,1	41,6	53,8	64,9	69,8
En base al peso, mg/kg <sup>MS</sup> /día	373	322	552	763	555
Digestibilidad aparente de la MS, %	73,6	63,3	64,1	68,5	66,2

<sup>a/</sup>

Sustitución de la EM total por EM de banano (3.0 Mcal de EM/kg de MS de banano)

carbohidratos fermentables, lo que estaría más acorde con la capacidad sintética de las bacterias del rumen (7).

Por otro lado, el escape de pequeñas partículas de almidón hacia las porciones más bajas del tracto digestivo, podría convertirse en una importante fuente de glucosa, a través de la absorción de la misma en el intestino, lo que significaría una economía en el balance energético del animal (10). Además, en raciones a base de melaza, el rumiante podría estar en

una condición de deficiencia de azúcares, dado que la melaza se fermenta completamente en el rumen y no supliría glucosa para el metabolismo animal (7). Esta situación se remediaría al incluir almidones en la ración, sin causar cambios en su concentración energética.

El efecto benéfico sobre la retención de N no se mantuvo a niveles superiores al 37,5 por ciento de sustitución de la EM total por el EM del banano, sino que por el contrario, la retención de N tendió a dis-

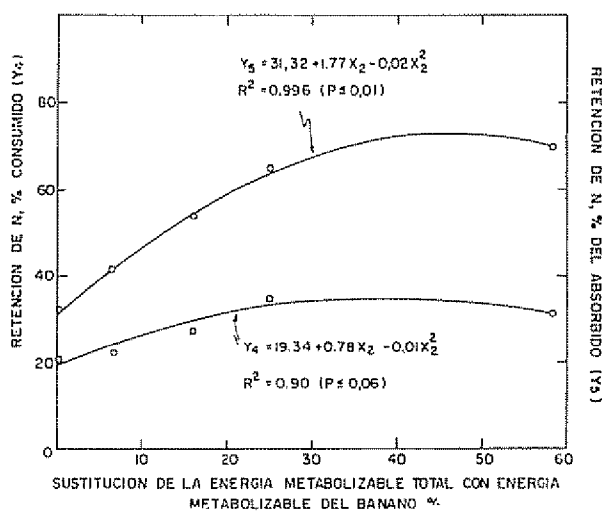


Fig. 3—Efecto de la inclusión de banano en la ración sobre la retención del nitrógeno

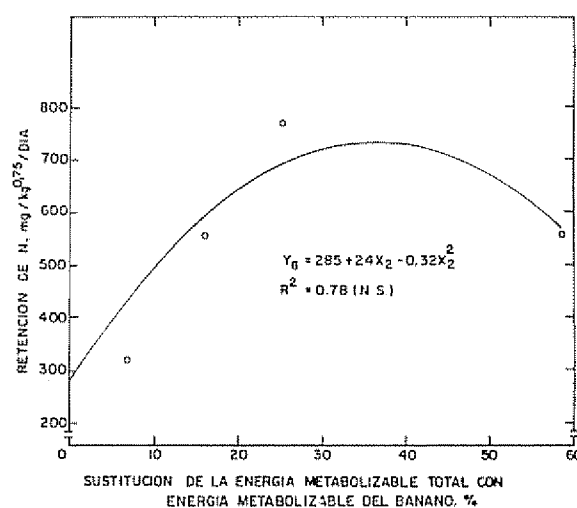


Fig. 4—Efecto de la inclusión de banano en la ración sobre la retención absoluta de nitrógeno.

minuir (Fig 4). Es muy posible que a estos niveles de sustitución haya sido la falta de un carbohidrato rápidamente fermentable, como la melaza, el factor limitante en la síntesis protéica, a partir de una fuente de NNP. A este respecto, Orskov (14) indica que el escape de partículas de almidón hacia el intestino, puede tener efectos negativos si el animal depende en gran parte de la síntesis microbiana como fuente de proteína, ya que esa energía no estaría disponible para que esa síntesis se lleve a cabo. Esto tiene grandes implicaciones si se consideran animales en su etapa de crecimiento rápido, en que los requisitos protéicos exceden la máxima capacidad sintética por parte de los microorganismos del rumen (14). Si en esta situación, parte del carbohidrato disponible escapa a la fermentación ruminal, los animales tendrían una deficiencia aún mayor de proteína, puesto que no se obtendría el máximo rendimiento de proteína microbiana, a menos que parte de la proteína dietética esté escapando la fermentación ruminal para ser utilizada eficientemente a nivel intestinal (14).

### Conclusiones

Los resultados de este trabajo permiten concluir lo siguiente:

1. La inclusión de gallinaza en la ración resulta en una disminución de la retención de nitrógeno, debido principalmente a un aumento en la excreción de N por la vía urinaria.

2. La inclusión de almidón en la ración mejora la retención de nitrógeno, hasta cierto punto a partir del cual la retención comienza a disminuir.

3. El tipo de energía disponible para la síntesis de proteína a partir de NNP, tiene un gran efecto sobre la utilización del mismo. Aparentemente, existe una combinación óptima de almidón y azúcares que producen la máxima utilización de la proteína cruda de la ración.

4. Es posible utilizar la gallinaza como fuente de proteína para rumiantes, en sistemas de alimentación cuyo propósito no sea el de obtener altas ganancias de peso, aunque la utilización del nitrógeno de la gallinaza puede ser mejorada a través de la inclusión de almidón en la ración, en reemplazo de cantidades iguales de energía en forma de azúcares.

### Resumen

Se realizó un experimento que consistió de dos periodos de balance metabólico, y cuyos propósitos fueron el de a) evaluar la utilización del nitrógeno de la gallinaza ( $X_1$ ) al sustituir varias proporciones (%) del nitrógeno total de la ración y b) estudiar los efectos de la sustitución (%) de la energía metabolizable (EM) total por EM de banano ( $X_2$ ),

sobre la retención del nitrógeno de la ración. En el primer período, los niveles estudiados fueron 0, 39, 60 y 73 por ciento para  $X_1$  y 16 por ciento para  $X_2$ . Durante el segundo período, los niveles estudiados fueron 0, 7, 16, 25 y 58 por ciento para  $X_2$  y 38 por ciento para  $X_1$ . En ambos ensayos se usaron 10 toretes Romo Sinuanos de 8 meses y 150 kg de peso vivo en un diseño completamente al azar. La inclusión de gallinaza en la ración resultó en una disminución lineal de la retención de nitrógeno, principalmente a través de un aumento en la excreción de N en la orina. Esta relación se expresa en la siguiente forma:  $Y_1 = 637 - 3,2X_1$  ( $R^2 = 0,91$ ;  $p \leq 0,05$ ), donde  $Y_1$  = retención de N, mg/kg<sup>0,75</sup>/día, y  $X_1$  = porcentaje del nitrógeno total aportado por la gallinaza. Por el contrario, la inclusión de banano (almidón) en la ración resultó en un aumento de la retención de nitrógeno hasta un nivel donde  $X_2 = 37,5$  por ciento. Niveles superiores a este valor de  $X_2$  causaron una disminución en la retención de nitrógeno. Esta relación es descrita por la función  $Y_2 = 285 + 24X_2 - 0,32X_2^2$  ( $R^2 = 0,78$ ; NS), donde  $Y_2$  = retención de nitrógeno, mg/kg<sup>0,75</sup>/día, y  $X_2$  = porcentaje de la EM total que es aportado por el banano. Se concluye que la gallinaza puede utilizarse en sistemas de alimentación animal cuyo objetivo no sea una rápida ganancia de peso, aunque la eficiencia de utilización del N de la gallinaza puede mejorarse con la inclusión de una fuente de almidón que aporte alrededor del 35 por ciento de la energía metabolizable total.

### Literatura citada

1. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, Herrero, 1971. 469 p.
2. BHATIACHARYA, A. N. y FONTENOI, J. P. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *Journal of Animal Science* 24: 1174-1178. 1965.
3. ————— y FONTENOI, J. P. Protein and energy value of peanut hull and wood shavings poultry litter. *Journal of Animal Science* 25: 367-371. 1966.
4. ————— y TAYLOR, J. C. Recycling animal waste as a feedstuff; A review. *Journal of Animal Science* 41: 1438-1457. 1975.
5. LENG, R. A. y PRESTON, I. R. Caña de azúcar para la producción bovina: limitantes actuales, perspectivas y prioridades de la investigación. *Producción Animal Tropical* 1: 1-22. 1976.
6. HELMER, C. G. y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *Journal of Dairy Science*. 54: 25-31. 1971.
7. HERRERA, E. Engorde de vacas de desecho con subproductos de la caña y diversos niveles de almidón de banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA, 1974. 46 p.
8. MILLS, R. C., BOOIH, A. N., BOHSTEDT, G. y HART, E. B. Utilization of urea and growth of heifer as influenced by the presence of starch in the ration. *Journal of Dairy Science* 25: 925-929. 1942.

9. MILLS, R. C., LARDINOIS, C. C. RUPEL, I. W. y HART, E. B. The utilization of urea by ruminants calves with corn molasses or cane molasses as the only readily available carbohydrate in the ration *Journal of Dairy Science* 27: 571-578 1944
10. NOLAND, P. R., FORD, B. F. y RAM, M. L. The use of ground chicken litter as a source of nitrogen for gestating-lactating ewes and fattening steers *Journal of Animal Science* 11: 860-865 1955
11. OLIPHANT, J. M. Feeding dried poultry excreta for intensive beef production *Animal Production* 18: 211-217 1974
12. OLTJEN, R. R. *et al* Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as nonprotein nitrogen sources *Journal of Nutrition* 94: 193-202 1968
13. OLTJEN, R. R., SLYTER, L. I. y WILSON, R. L. Urea levels, protein and diethylstilbestrol for growing steers fed purified diets *Journal of Nutrition* 102: 479-488 1972
14. ORSKOV, E. R. Digestión post-ruminal de carbohidratos: grado e implicaciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 3: 1-14 1969
15. PRESTON, I. R. y WILLIS, N. B. Intensive beef production Oxford, Pergamon Press, 1974 567 p
16. RUIZ, M. E. Sistemas de alimentación intensiva en corrales de engorde a base de subproductos del trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974 62 p
17. ——— y RUIZ, A. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. I Disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en Costa Rica Turrialba 27: 361-369 1977

## Reseña de Libros

GOMEZ-POMPA, A., DEL AMO RODRIGUEZ, S. E.; VAZQUEZ-YANES, C. y BUTANO CERVEIRA, A. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México *México Continental*, 1976. 676 p.

Bajo este modesto título se han editado 20 trabajos diversos realizados por el equipo encabezado por A. Gómez-Pompa y que desde hace años viene realizando estudios especialmente en la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, dependiente del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta estación cubre 700 hectáreas, tiene muy alta precipitación pluvial (vertiente expuesta a los vientos del golfo, donde caen entre 3000 y 4000 mm de lluvia) y asimismo alta temperatura.

Los diferentes trabajos cubren aspectos notables sobre la sucesión secundaria, especialmente los procesos involucrados. Un excelente ejemplo es el mecanismo de "gatillo" para poner en marcha una serie de procesos en la germinación de semillas y los factores que lo influyen tales como temperatura, la luz y el fuego. Asimismo, se discuten los mecanismos de dispersión de semillas de especies secundarias, la latencia y viabilidad de éstas, el efecto inhibitor (alelopático) de algunas especies, la gran diversidad de especies (se sugiere que se debe en gran parte como reacción a la gran cantidad de interacciones que prevalecen en un ecosistema cuyo espacio es relativamente reducido). Hay valiosas observaciones sobre el desarrollo inicial de brinzales y una discusión sobre el anacronismo que implica el concepto tradicional de ejido como una forma de estructurar socialmente el uso de la tierra en este tipo de bosque y que sólo conduce a la destrucción

Hay algunos cuadros notables, en particular en la p. 7 (repetido en la p. 111) donde se hace un modelo del proceso de sucesión y en la p. 586 donde se muestra elocuentemente cómo aumenta el período de permanencia de especies dentro del sistema a medida que avanza la sucesión en el tiempo.

Hay una gran cantidad de información adicional, la que quizás con un mayor esfuerzo de los editores hubiera podido presentarse en forma más sucinta. Al citar mi propia contribución en uno de los trabajos introductorios (p. 14) se supone que la investigación sólo se hizo con observaciones en un tiempo corto cuando en realidad hubo muchas interpolaciones y deducciones basadas en un conocimiento de la historia de intervenciones.

El libro es sin duda la fuente más completa de información sobre el proceso de sucesión. Su aparición es tanto más útil por cuanto estamos asistiendo al paulatino reemplazo de los bosques primarios por diversas fases de la sucesión secundaria. Por otro lado son precisamente algunos bosques secundarios que se prestan mejor que los primarios para su manejo para producción de madera ya que las especies secundarias responden mejor a las intervenciones silviculturales, mayormente aperturas juiciosas del dosel.

Se trata pues de una obra indispensable para todos los que se ocupan de la problemática de los ecosistemas tropicales húmedos, incluyendo el aspecto económico de cómo dirigir nuestros esfuerzos para una producción racional basada en las leyes ecológicas.

GERARDO BUDOWSKI  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)  
TURRIALBA, COSTA RICA

BERGMANN, W y NEUBERT, P. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen Jena, Gustav Fischer, 1976 711 p (Diagnóstico y análisis de plantas en el estudio de disturbios y estado nutricionales de los cultivos)

Las primeras inquietudes sobre la metodología del estudio del estado nutricional de las plantas surgieron poco después de la publicación del famoso libro de Justus von Liebig intitulado "Empleo de la Química Orgánica en Agricultura y Fisiología", en 1840, lo que condujo a la aceptación de la esencialidad de ciertos minerales en el crecimiento de las plantas. Desde ese entonces, se idearon los primeros métodos de análisis de suelos y plantas y se estudiaron los síntomas de deficiencias minerales mediante el cultivo de plantas en soluciones nutritivas carentes de un elemento esencial en cada caso. Con el paso de los años hasta hoy día, se han hecho apreciables adelantos en este campo, especialmente en lo relativo a la exactitud y rapidez de las determinaciones químicas con la ayuda de modernos aparatos y técnicas analíticas. Sin embargo, a pesar de estos progresos, la determinación del estado nutricional es aún en muchos casos compleja y difícil, demandando del especialista una sólida preparación en fisiología vegetal, edafología, así como una vasta experiencia de campo, invernadero y laboratorio. Algunas veces, para determinar las causas de un crecimiento anómalo de las plantas, se hace necesario emplear síntomas visuales, análisis de suelo y planta e incluso estudios fitopatológicos y entomológicos. Las preguntas que se hacían los pioneros de la nutrición mineral son ahora básicamente las mismas, sólo con la diferencia de que actualmente las respuestas son más rápidas, gracias a los mayores conocimientos y técnicas analíticas más expeditivas.

Existen libros clásicos relacionados con estos tópicos, entre los cuales podemos citar los de Goodall y Gregory, 1947; Kitchen, 1948; Lundegårdh, 1951; Reuther, 1960; Wallace, 1961; Sprague, 1964; Chapman 1966; Hardy, 1967; Walsh y Beaton, 1973. El libro "Diagnóstico y Análisis de las Plantas" escrito en la República Democrática Alemana por Bergmann y Neubert con la ayuda de un numeroso grupo de colaboradores, incluyendo la Prof. Dr. V. V. Cerling del Instituto de Edafología Dokuchaev de Moscú, se

une a todas esas obras compilatorias. Bergmann es uno de los nutricionistas de habla alemana de más renombre, y sus investigaciones se han centrado en especial en los aspectos teórico-prácticos de los micronutrientes. La obra está dividida en dos grandes secciones, la primera de las cuales está a cargo de Bergmann y se refiere a la determinación del estado nutricional de las plantas mediante síntomas visuales y la segunda, a cargo de Neubert, al análisis químico de plantas. La primera parte, además de tratar exhaustivamente el método visual como guía en la determinación del estado nutricional de las plantas, describe en forma detallada y actualizada el papel de cada elemento esencial en la fisiología, e incluye todo un capítulo dedicado a la relación entre la nutrición mineral de las plantas y la resistencia a enfermedades criptogámicas y plagas insectívoras específicas. Al final de la sección, se adjuntan 519 láminas a colores agrupadas por elementos nutritivos y no por cultivos, lo cual constituye un magnífico y útil complemento a los capítulos narrativos precedentes. Lastimosamente, es de mencionar la baja calidad de algunas de las fotografías en lo que respecta a nitidez y detalle. La segunda sección trata detalladamente la metodología y problemática del análisis químico de plantas como método en la determinación del estado nutricional de los cultivos y de las necesidades de abonamiento. Además, se dan a conocer interesantes resultados de la aplicación práctica de esta técnica obtenidos en varios países europeos, la Unión Soviética y Estados Unidos. Luego, se presentan 180 páginas de tablas con concentraciones de la mayoría de los elementos nutritivos en diversos órganos de los principales cultivos, comprendidas en un ámbito subdividido en deficiente, bajo, suficiente, alto y tóxico. Los valores están ordenados según grupos de plantas similares y dentro de éstos, por cultivo individual. Estas tablas están actualizadas y además de la literatura clásica, reúnen muchos datos de la literatura de Europa Oriental y de la Unión Soviética.

Por la cantidad de excelente información y la autoridad de los autores, este libro se recomienda como obra de consulta para las bibliotecas de instituciones dedicadas a la investigación y docencia de fisiología vegetal, fertilidad de suelos y producción de cultivos.

G. F. RAMIREZ  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
SAN JOSE, COSTA RICA

# Comunicaciones

## Ciclo estacional de un minador subcortical de coigüe (*Nothofagus dombeyi*)

**Abstract.** One of the principal defects of coigüe (*Nothofagus dombeyi*) is commonly known as 'red spot'. This damage is caused by the inner-bark borer, *Opostega* sp. (Lep.: Opostegidae).

In the province of Valdivia, Chile, the life history of this insect was studied observing that the eggs are deposited in the spring in the leaves, the larvae tunnel into the cambium throughout the summer and part of autumn, coming out through the bark in late autumn, to pupate in the leaf litter on the forest floor and overwinter in this state, emerging as adults at the beginning of spring.

La actividad forestal en Chile se está expandiendo; la meta es exportar productos de la madera en orden a que el país puede tener otra importante fuente de ingresos además del cobre (3). Esta eventualidad ejercerá presión sobre una producción eficiente de todo tipo de productos, incluyendo madera para chapas. Por lo tanto trozos sin defectos, de coigüe (*Nothofagus dombeyi*) (Mirb.) Oerst. destinado a chapas, tendrán una mayor demanda a futuro.

Uno de los principales defectos del coigüe es el comúnmente llamado "mancha roja" e imperfecciones onduladas, producidas por un minador del tronco Bonemann y Knigge (1) identificaron el problema como causado por un Agromizidae. Sin embargo, el daño es producido por un pequeño Lepidóptero minador del tronco perteneciente a la familia *Opostegidae*. Esta familia tiene un sólo género *Opostega*; la especie que está minando al coigüe es aún desconocida.

Estudios acerca del ciclo de vida del género *Opostega* se llevaron a cabo en la provincia de Valdivia entre los meses de octubre 1972 y noviembre de 1973. (2)

La actividad larval fue determinada a través de una corta de árboles pequeños infestados (de alrededor de 5-10 cm de DAP, 6-10 m de altura y 10-20

años de edad aproximadamente), los cuales fueron llevados al laboratorio, descortezados y analizados.

Pupas de *Opostega* se obtuvieron y estudiaron a través de varios métodos; por ejemplo, instalando trampas colectoras alrededor de la base de árboles infestados, envolviendo troncos con polietileno, y manualmente removiendo capullos de la hojarasca. Se obtuvieron adultos criando pupas en cámaras de crianza, con temperatura controlada, a 12 °C. En el terreno se hicieron crianzas colocando pupas en tubos taponados con algodón, que fueron colocados dentro de pequeñas jaulas. También se pusieron pupas directamente sobre el piso del bosque y se cubrieron con una cajita metálica que contenía un pequeño frasco de vidrio insertado en un lado de la caja; los adultos al emerger respondieron positivamente a la luz y fueron colectados en los frascos.

El estado de huevo fue estudiado enjaulando parejas de macho y hembra de *Opostega* en jaulas de malla amarradas alrededor de ramas de coigüe, y siguiendo el apareamiento y oviposición. Los huevos fueron inspeccionados dos veces al día por una semana; de ahí en adelante se hizo semanalmente. La distribución de los huevos y su localización sobre los árboles fue analizada cortando árboles pequeños desde el mes de agosto hasta noviembre.

A mediados de agosto, cuando las temperaturas ambiente diarias alcanzan a cerca de 18°C, los adultos de *Opostega* emergen, y vuelan a las copas de los coigües jóvenes donde probablemente ocurre el apareamiento.

Las hembras disectadas contenían entre 90-100 huevos; bajo condiciones de terreno, hembras enjauladas ovipositaron 22 huevos en una postura, 44 en otra. La oviposición *per se* comienza en el mes de setiembre, sobre el envés de las hojas cerca del pecíolo. Las hembras ovipositan un huevo por hoja y los protegen con una secreción glandular transparente. Alrededor del 90 por ciento de los huevos se encuentran localizados en el tercio superior de la copa.

A comienzos del mes de octubre las larvas emergen y perforan dentro de la hoja, a través del pecíolo, luego dentro de la rama y finalmente dentro de la

región subcortical del tronco principal. Las larvas hacen galerías descendentes en la zona cambial formando un modelo característico en forma de zig-zag (Fig 1). Durante fines de noviembre y diciembre las larvas dejan de construir galerías descendentes; giran en 180°, taladran en forma ascendente un tiempo y luego excavan una cámara de estivación (Fig 2). En esa cámara permanecen en estado de quiescencia hasta el mes de marzo a comienzos de abril. Después de reposar, las larvas, en su último instar que es el sexto, perforan a lo largo de la galería original alrededor de 35 cm y entonces proceden a taladrar hacia afuera del árbol y caen al suelo.

Las larvas se movilizan dentro de la hojarasca o en el suelo bajo ella; allí éstas tejen un capullo de seda. *Opostega* pasa los meses de invierno en estado de pupa y comienza a emerger como adulto (Fig 3) a partir de la tercera semana del mes de setiembre (Fig. 4).

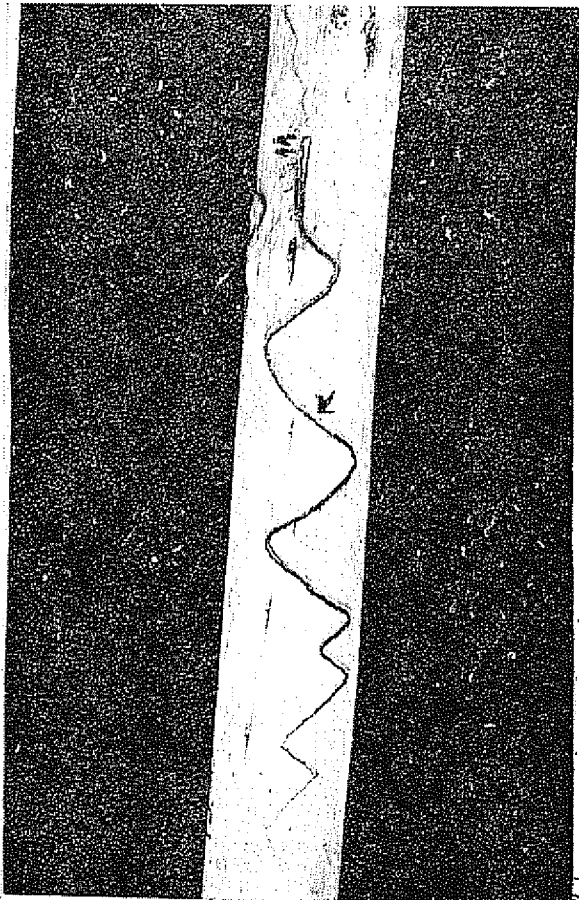


Fig 1—Galería ascendente en forma de zig-zag presentando vueltas redondeadas antes de la cámara.



Fig. 2—Cámara de estivación excavada por *Opostega*, en la cual permanece un tiempo en estado quiescente.

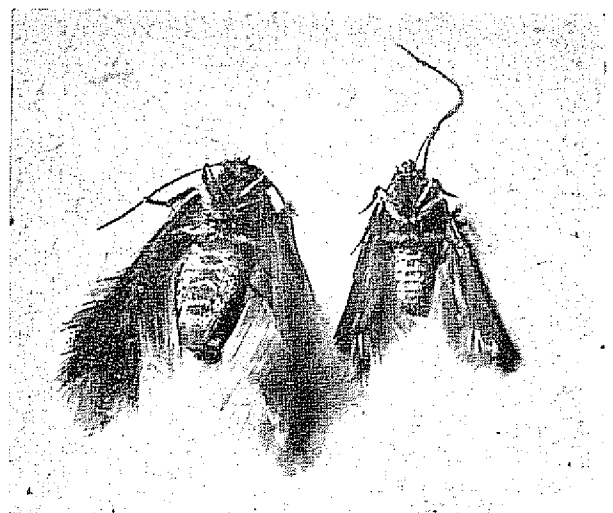


Fig 3—Adultos de *Opostega* (Hembra, izq; macho, der)

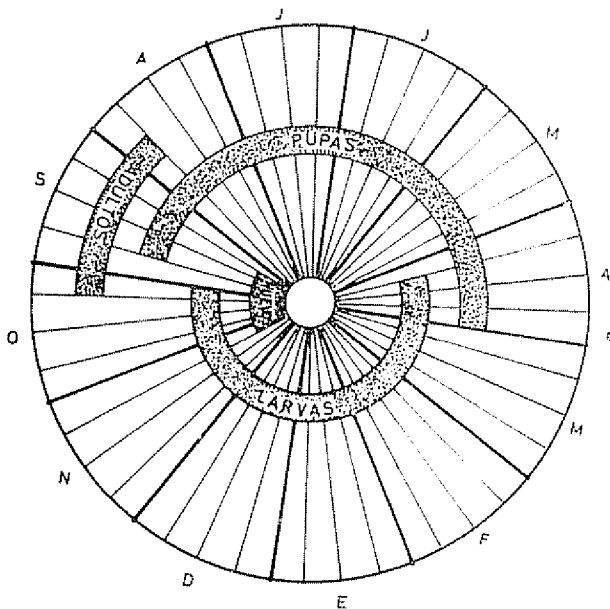


Fig. 4 — Ciclo estacional de *Opostega*

Aun cuando aparentemente hay una alta mortalidad natural entre los estados de desarrollo, especialmente durante el estado de huevo, no se encontró incidencia de parasitismo o predación en ésta

#### Resumen

Uno de los principales defectos del coigüe, *Nothofagus dombeyi*, es el comúnmente llamado "mancha roja". Este daño es ocasionado por el minador del cambium *Opostega* sp (Lep: Opostegidae).

Se estudió en la provincia de Valdivia, Chile, su ciclo estacional, observándose que los huevos son puestos en la primavera en las hojas, las larvas barrenan en el cambium del árbol durante todo el verano y parte del otoño, saliendo a través de la corteza a mediados de esta última estación, para pupar en la hojarasca sobre el suelo e invernar durante este estado, emergiendo los adultos en los comienzos de primavera

1º de junio de 1978.

PATRICIO CAREY\*  
SCOTT CAMERON\*\*  
LUIS CERDA M\*\*\*  
ROBERT I GARA\*\*\*\*

\* Jefe Departamento Forestal, Centro Experimental Forestal (CEFOP) Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

\*\* Texas Forest Service, Lubkin Texas, 75901

\*\*\* Profesor de Entomología Forestal, UACH, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

\*\*\*\* Profesor invitado por la UACH de la Universidad de Washington, Seattle, Wa USA

#### REFERENCIAS

- 1 BONNEMANN, A y KNIGGE, W. Manchas medulares en la madera de coigüe. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Publicación Científica N° 15 1969 16 p
- 2 CAREY, P. Biología del minador del cambium de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal 1975. 59 p
- 3 PARKER, JOHN. Forest policy and sectoral development. Chilean Forestry News 1:2-3 1978

## Ethylene-induced changes in the chemical composition of coffee mucilage

**Sumario.** La aplicación exógena de etileno (360 ppm) a los frutos en desarrollo de café Robusta dio lugar a cambios significativos de composición en el mesocarpio. Las tendencias obtenidas con proteínas, carbohidratos, pectinas y polifenoles han sido discutidas en relación con la maduración del fruto y su importancia en la utilización de productos de desecho en el café

Besides its impact on ripening, ethylene has been shown to block the accumulation of dry matter in the mesocarp of coffee fruits (20). This portion of coffee fruits, popularly called the mucilage, contains a variety of compounds, some of which have great economic importance (18). It would be desirable to investigate if ethylene affects these compounds in any manner. The present work on robusta coffee is an attempt in this direction.

Fruit bunches on field grown plants of *Coffea canebora*, Pierre ex Froehner (Robusta) were given a single treatment of 360 ppm of ethylene (19). Mucilage from fresh fruits was extracted, dried and analysed following the procedures employed previously (18).

#### Results and Discussion

Ethylene-induced decrease in the pectic content (Table 1) is consistent with the reported work on coffee fruits (19). Ethylene influences such changes either by promoting the enzymic hydrolysis (10) or inhibiting pectin synthesis through the blockage of endogenous auxins (4, 15). The lowered pectins obtained here must be due to the inhibition of pectin synthesis because endogenous auxins decreased with the natural ripening of coffee fruits (2).

Protein in the mucilage of ethylene-treated fruits remained at significantly higher level. That this increase is achieved by fresh synthesis receives support from observations involving increase in gross protein content, including the enzymic one (4, 6), use of inhibitors of protein synthesis (3, 8, 11) and labelled amino acids



Table 1—Chemical analysis of mucilage in control and ethylene-treated coffee fruits.  
(Mean of 5 replications with SE).

	Control	Treated
Pectins	29.74 ± 2.36	25.25 ± 0.85
Proteins	9.13 ± 0.16	13.76 ± 0.20
Reducing sugars	8.99 ± 0.45	7.61 ± 0.75
Non-reducing sugars	15.52 ± 3.48	22.80 ± 4.70
Starch	11.08 ± 0.80	9.59 ± 0.66
Polyphenols	0.33 ± 0.03	0.24 ± 0.01
Ash	5.84 ± 0.26	5.59 ± 0.31
Residue*	19.38	15.16

\* Includes unestimated compounds also.

(3, 8, 12). Sacher and Salminen (16) on the other hand, failed to notice any increase in protein synthesis when preclimacteric bananas and avocados were treated with ethylene.

Ethylene-treated fruits in this investigation had low levels of polyphenols. This might have resulted from higher oxidation because ethylene stimulates the activity of polyphenol oxidase (17).

The low starch and high soluble sugars observed in the treated fruits of coffee suggest that the carbohydrate reserves of ripening fruits register a shift from starches to sugars (14). The present results are also supported by the work of Jones (9) who noticed a stimulation of amylase excretion in the ethylene-incubated aleurone cells of barley. The low level of reducing sugars might have occurred as a result of their rapid utilization in respiration (1) because both natural and ethylene-induced ripenings require expenditure of energy by oxidative phosphorylation (13). This draws its support from the high rates of respiration recorded in ethylene treated fruits (6) and ripening arabica berries (5).

Fruit ripening, irrespective of its achievement through natural or exogenously applied ethylene, is a developmental event involving transcription and translation (14). It is thought that ethylene triggers ribosomal and messenger RNA to effect enhanced protein synthesis, including enzymes (7). This necessitates a continuous supply of amino acids. Amino acids of the cellular pool may not be adequate and fresh synthesis from keto acids of krebs cycle becomes necessary. To augment this high demand of keto acids for a steady rise in respiration (6) and consequently drain-away the reducing sugars (1). In this light, the observed findings of enhanced protein synthesis and lowered reducing sugars appear meaningful.

Another interesting feature of this investigation is that ethylene, which blocks the mesocarp growth (20), would not exert its influence by adversely affecting the economically important constituents like proteins, pectins and minerals. The utility of coffee mucilage as a source of pectins, cattle-feed and organic manure, therefore, remains more or less the same. Ethylene in fact improved the protein content by about 51%, thus enhancing its usage as a cattle feed and organic manure. This observation appears to be highly important in view of the current trend of using ethylene to hasten the ripening of coffee fruits.

#### Abstract

Exogenous application of ethylene (360 ppm) to the developing fruits of Robusta coffee brought about significant compositional changes in the mesocarp. The trends obtained with proteins, carbohydrates, pectins and polyphenols have been discussed with reference to fruit ripening and its bearing on the utilization of waste products of coffee.

December 13th, 1977.

G. SUDHAKARA RAO\*  
D. VENKATARAMANAN\*\*  
T. S. PARTHA\*\*\*  
K. N. RAO\*

\* Department of Biology, D. G. Vaishnav College, Madras 600 029, India.

\*\* Division of Plant Physiology, Central Coffee Research Institute, Coffee Research Station, Karnataka 577117, India.

\*\*\* Department of Botany, Pachaiyappa's College, Madras 600 030, India.

#### REFERENCES

1. ABELES, F. B. Ethylene in Plant Biology. New York: Academic Press, 1973. 302 p.
2. ANONYMOUS. Twenty-Sixth Annual Technical Report. Coffee Board Research Department, India, 1973. 252 p.
3. BRADY, C. J.; PALMER, J. K.; O'CONNELL, P. B. H. and SMITH, R. M. An increase in protein synthesis during ripening of banana fruit. *Phytochemistry* 9: 1037-1047, 1970.
4. BURG, S. P. and BURG, E. A. Inhibition of polar auxin transport by ethylene. *Plant Physiology* 42: 1224-1228, 1967.
5. CANNELL, M. G. R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica*. I. *Journal of Horticultural Science* 16: 263-272, 1971.
6. HANSEN, E. Ethylene-stimulated metabolism of immature Bartlett pears. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 91: 863-867, 1967.
7. HOLM, R. E. and ABELES, F. B. Abscission: The role of RNA synthesis. *Plant Physiology* 42: 1094-1102, 1967.
8. HULME, A. C.; RHODES, M. J. C. and WOOLFORION, I. S. The relationship between ethylene and the synthesis of RNA and protein in ripening apples. *Phytochemistry* 10: 749-756, 1971.
9. JONES, R. I. Ethylene enhanced release of  $\alpha$ -amylase from barley aleurone cells. *Plant Physiology* 43: 442-444, 1968.

10. McCREADY, R. M. and McCOMB, E. A. Pectic constituents of ripe and unripe fruit. *Food Research* 19: 550-555. 1954.
11. McGLASSON, W. B.; PALMER, J. K.; VENDRELL, M. and BRADY, C. J. Metabolic studies with banana fruit slices. II. Effects on inhibition on respiration, ethylene production and ripening. *Australian Journal of Biological Sciences* 24: 1105-1114. 1971.
12. MAREI, N. and ROMANI, R. Ethylene-stimulated synthesis of ribosomes, ribonucleic acid and protein in developing fig fruits. *Plant Physiology* 48: 806-808. 1971.
13. MARKS, J. D.; BERNLOHR, R. and VARNER, J. E. Esterification of phosphate in ripening fruit. *Plant Physiology* 32: 259-262. 1957.
14. PRATT, H. K. and GOESCHL, J. D. Physiological role of ethylene in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 20: 541-584. 1969.
15. RAY, P. M. and ABDUL-BAKI, A. Regulation of cell wall synthesis in response to auxin. In: Wightman, F. and Senterfield, G., eds. *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*. Ottawa: The Runge Press. 1968. pp. 617-658.
16. SACHER, J. A. and SALMINEN, S. O. Comparative studies of effect of auxin and ethylene on permeability and synthesis of RNA and protein. *Plant Physiology* 44: 1371-1377. 1969.
17. STAHMANN, M. A.; CLARE, B. G. and WOODBURY, W. Increased disease resistance and enzyme activity induced by ethylene and ethylene production by Black rot infected sweet potato tissue. *Plant Physiology* 41: 1505-1512. 1966.
18. SUDHAKARA RAO, G. Pectins as potential by-products of coffee waste. *Journal of Coffee Research* 5: 29-35. 1975.
19. ————, VENKATARAMANAN, D. and RAO, K. N. Changes in fruit growth and pectic content in *Coffea canephora* (Robusta) in relation to the exogenous application of ethylene. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 83: 459-462. 1977.
20. ————. Stimulation of bean growth in coffee by exogenous application of ethylene. *Turrialba* 28(2): 157-158. 1978.

## Contaminación con arsénico, paralela a la alcalinización y salinización de suelos, provocada por el agua de riego

**Abstract.** In an irrigated area with poor quality water (CS1) and high arsenic content, a soil enrichment with arsenic was found along with alkalization and incipient salinization. The contamination was originated by the irrigation water, since there are no other sources of contamination. The soluble arsenic content ranges up to toxic levels.

We suggest that this hazard be taken into account in other cases of irrigation with high arsenic content.

Desde el punto de vista químico y físico-químico, las aguas de riego provocan importantes cambios en el suelo. En algunos casos originan ganancias y en otros pérdidas.

Los aportes más importantes son los de sales solubles o sodio intercambiable (11). Entre los elementos tóxicos para los vegetales, los enriquecimientos más conocidos son los de boro (11) y en menos medida de litio (1).

En el presente se comunica un proceso de enriquecimiento de arsénico en el suelo, debido al alto contenido de este elemento en el agua de riego.

En el área no se utilizaron plaguicidas arsenicales, las principales vías de contaminación (3; 5; 6; 8; 10; 13;) y se encuentra muy alejada de centros industriales o mineros, que pueden ser otra fuente de contaminación (7; 12).

Las aguas de riego obtenidas por bombeo a partir de la segunda napa, son ricas naturalmente en arsénico, como ocurre comúnmente en La Pampa (2).

### Materiales y métodos

El área estudiada se encuentra en Winifreda (Provincia de La Pampa) en la región Semiárida Pampeana (unos 650 mm de lluvia anual) trabajándose en una superficie donde se practica riego complementario.

Los suelos son haplustoles énticos, de escaso desarrollo de horizontes. Para el presente se tomaron muestras con barreno hasta 1,20 metros de profundidad, con intervalos de 0,30. Se efectuaron cinco extracciones en el área irrigada (área A) y cinco fuera de ella (área B).

A las muestras de suelo, se les determinó pH en pasta, conductividad eléctrica en extracto de saturación, porcentaje de sodio intercambiable a partir de la RAS del extracto de saturación, materia orgánica (Walkley & Black), textura (método de la pipeta) y calcáreo, cualitativamente (11) (Cuadro 2).

A las muestras de agua de riego, se le determinó pH, conductividad eléctrica y aniones y cationes solubles (11) (Cuadro 1).

El arsénico del suelo se extrajo en la forma a) soluble en agua, a través de un extracto acuoso 1:10 con posterior destrucción de materia orgánica con ácidos sulfúrico y nítrico, y b) total, mediante digestión con ácidos sulfúrico, nítrico y perclórico (4).

La determinación del arsénico se efectuó, en los extractos de suelos y agua, con el método de la arsina - azul de molibdeno (4).

Cuadro 1—Características del agua de riego

Ca	Mg	Na	K	CO <sub>2</sub> H	CO <sub>2</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>
0,54	0,74	17,17	0,43	16,39	0,60	0,37	1,14
CE mmho/cm	pH	RAS	(a) CSR	(b) Caracterización	As ppm		
1,62	8,6	21,46	15,71	Cs <sub>1</sub>	0,32		

(a) Carbonato de sodio residual.  
(b) Según US Salinity Laboratory (11)

Cuadro 2—Características promedio de los suelos estudiados.

Suelo	profundidad (cm)	pH pasta	CE (a) mmho/cm	PSI (b)	Mat org %	Textura	CO <sub>3</sub> Ca
Irrigado Área A	0—30	8,5	1,7 i	29,0	1,58	Franco arenoso	--
	30—60	8,3	2,50	22,0	0,58	Franco arenoso	—
	60—90	8,0	2,38	11,5	0,56	Franco arenoso	—
	90—120	7,7	3,95	10	—	Franco arenoso	—
no irrigado Área B	0—30	6,9	0,3 i	0,1	1,48	Franco arenoso	—
	30—60	6,6	0,17	0,2	0,74	Franco arenoso	—
	60—90	6,8	0,10	0,1	0,56	Franco arenoso	—
	90—120	6,7	0,12	0,1	—	Franco arenoso	—

(a) En extracto de pasta saturada

(b) A partir de la RAS del extracto de saturación

Las valoraciones se efectuaron por cuadruplicado.

En el área A no se desarrollaba ningún vegetal, en cambio, los cultivos del área B (cebada y alfalfa) eran normales y poseían sólo trazas de arsénico determinado de la misma manera que en suelos y agua

#### Resultados y conclusiones

Como consecuencia de las características del agua, en los suelos se observa un proceso de alcalinización y salinización (Cuadro 2) y dado el elevado contenido de arsénico de las mismas, también se produjo un enriquecimiento de este elemento en el suelo irrigado.

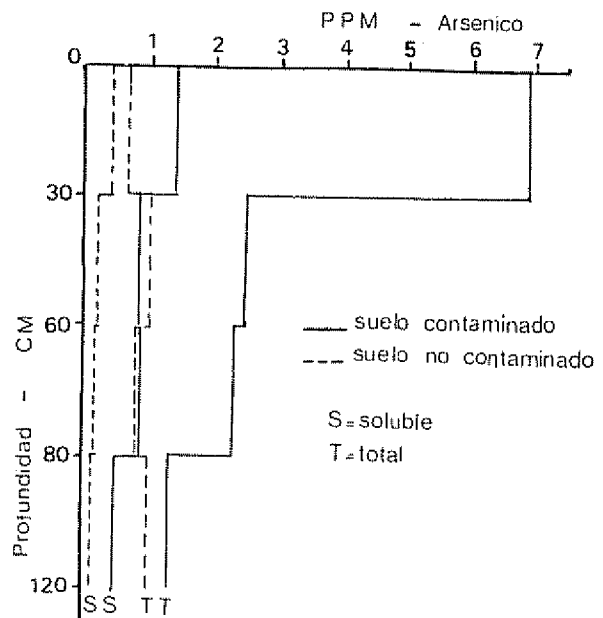
En la Fig 1 se presentan los resultados promedio de arsénico en los suelos

El coeficiente de variación entre determinaciones no superó el 4% y entre muestras osciló entre 38 y 43% para el área A y 12 a 21% en el área B, según las profundidades.

El contenido de arsénico total en el área B es bajo, "normal" para sus propiedades y comparable con los que cita la bibliografía internacional (5; 10; 13) y Argentina (9). En el área A se produjo un enriquecimiento superficial, con valores más de 10 veces más altos que en el área B en la profundidad de 0 a 30 cm.

En cambio, en profundidad (90 - 120) la contaminación es poco evidente: El valor promedio se encuentra dentro de la oscilación normal de los suelos.

En cuanto al arsénico en agua, el área A presenta valores entre 3, 6 a 5, 4 veces mayores, según la profundidad del perfil, respecto del área B.



Parte del arsénico incorporado por el agua de riego, especialmente en superficie, se insolubiliza. Dado el quimismo de este elemento, similar al del fósforo y las características del suelo (7; 13), posiblemente esa fracción precipita como arsénico ligado al calcio. Otra fracción, ligada evidentemente al sodio, permanece en solución y se mueve dentro del perfil.

El contenido de arsénico soluble en agua, en el área A, está en el umbral tóxico para los cultivos, ya que a despecho del arsénico total se citan efectos deletéreos en diferentes especies vegetales con concentraciones de 1 a 9 ppm (8; 10; 13) aunque hay que tener en cuenta que no todos los datos de arsénico soluble citados fueron obtenidos a partir de un extracto acuoso: En algunos casos se utilizaron soluciones de cloruro de amonio, acetato de amonio y otros extractantes (8; 13) y también que variaciones en la relación As/P en el suelo modifican la toxicidad del arsénico (3).

La carencia de vegetación en el área A no puede ser explicada exclusivamente por la alcalinidad del suelo y mucho menos por la salinidad, en este caso debe pensarse que existe, paralelamente, un efecto tóxico del arsénico soluble.

En conclusión, las aguas de riego pueden ser una fuente de contaminación de arsénico en suelos, en regiones con aguas ricas naturalmente con este elemento y también en regiones con aguas previamente contaminadas.

En esos casos será necesario evaluar arsénico paralelamente a otros parámetros determinados usualmente, y en ciertos casos prever medidas de corrección en el suelo.

### Resumen

En un área irrigada con agua de mala calidad ( $C_3S_1$ ) y con alto contenido de arsénico, se encontró un enriquecimiento de este elemento, paralela a una alcalinización y salinización incipiente.

La contaminación fue originada por el agua de riego debido a que no existe otra fuente de contaminación.

El contenido de arsénico soluble alcanza niveles tóxicos.

Se sugiere tener en cuenta este peligro en otros casos de irrigación con aguas ricas en arsénico.

20 de febrero de 1978.

NILDA B. REINAUDI\*

RAUL S. LAVADO\*\*

\* Cátedra de Química Analítica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (L.P.) Argentina.

\*\* Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (L.P.) Argentina. Miembro de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico del CONICET. Se agradece la colaboración de Juan Vaquero y Abel A. Paretti.

### REFERENCIAS

1. BINGHAM, F. I., PAGE, A. I. y BRADFORD, G. R. Tolerance of plants to lithium. *Soil Science* 98(1): 1-8. 1964.
2. CALMEIS, A., SBROCCO, J., CARBALLO, O., TULLIO, J. y BAZAN, S. Bibliografía relacionada con la geología de la Provincia de La Pampa y Regiones adyacentes. Universidad Nacional de La Pampa. Publicación de Extensión Cultural y Didáctica N° 2. 1976. 196 p.
3. CARROW, R. N., RIEKE, P. E. y ELLIS, B. G. Growth of turf-grasses as affected by soil phosphorus and arsenic. *Soil Science Society of America Proceedings* 39(6): 1121-1123. 1975.
4. CHAPMAN, H. A. y PRATT, P. E. *Methods of analysis for soils, plants and waters*. University of California. 1961. 309 p.
5. FRANK, R., ISHIDA, K. y SUDA, P. Metals in agricultural soils of Ontario. *Canadian Journal of Soil Science*. 56(3): 181. 1976.
6. HESS, R. E. y BLANCHARD, R. W. Arsenic stability in contaminated soils. *Soil Science Society of America Journal Proceedings* 10 (6): 847-852. 1976.
7. HUANG, P. M. Retention of arsenic by hydroxy aluminium on surfaces of / micaceous mineral colloids. *Soil Science Society of Proceedings*. 39(2): 271-274. 1975.
8. JACOBS, I. W., KEENEY, D. R. y WALSH, I. M. Arsenic residue toxicity to vegetable crops grown on Plainfield sand. *Agronomy Journal* 62(5): 588-591. 1970.
9. IRELLES, R. A. y AMATO, F. A. Arsénico vanadio y molibdeno en suelos y en algunos estratos de la República Argentina. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 149 (3): 93-107. 1950.
10. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *The year book of Agriculture, Soils*. United States Department of Agriculture. Washington D. C. 1957. 784 p.
11. U. S. LABORATORY STAFF. *Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils*. United States Department of Agriculture Handbook N° 60. 1951. 160 p.
12. WILD, H. Arsenic tolerant plant species established on arsenical mine dumps in Rhodesia. *Kirkia* 9(2): 265-278. 1974.
13. WOOLSON, E. A., AXLEY, J. G. y KEARNEY, P. C. The chemistry and phytotoxicity of arsenic in soils: I. Contaminated field soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 35(6): 938-943. 1971.

## Stimulation of bean growth in coffee by exogenous application of ethylene

**Sumario.** El tratamiento de etileno antes de la cosecha en café Robusta resultó en un incremento insignificante en el peso seco de los frutos enteros. Pero estimuló la acumulación de materia seca en la cereza por encima de 15 por ciento. Este aumento se realizó a expensas del mesocarpio. Se sugiere que el etileno prolonga la etapa de llenado del endospermo del café al desviar las reservas hacia el grano, las que normalmente se depositarían en el mesocarpio.

**E**THYLENE is extensively applied to hasten the ripening of a variety of harvested fruits (1). In coffee, where it is given as a pre-harvest treatment, the treated fruits continue to grow on the plant for several weeks until they are picked (6).

Besides its influence on ripening, it was suspected that ethylene would also affect fruit growth in coffee. The present study concerns this aspect.

Fruit bunches on *Coffea canephora*, Pierre ex Frochner (Robusta) were treated with 360 ppm of ethylene as described earlier (7). Fruit growth was measured in terms of fresh and dry weights.

The salient feature of this investigation is that ethylene promoted an accumulation of dry matter in the bean without registering a corresponding increase in the dry weight of whole fruit (Table 1). Ethylene appears to effect this by influencing the distribution pattern of reserves within the fruit's components. This is quite clear when the observed increase in bean growth (35.74 mg fruit<sup>-1</sup>) is traced to the perceptible decrease in dry weight of mesocarp (34.39 mg fruit<sup>-1</sup>) (Table 1). Studies on the development of coffee fruits (2, 5, 8) reveal that in the endosperm-filling stage commencing from 19th to 29th week after anthesis, the reserves are continuously deposited in the bean. This is immediately followed by a ripening stage of about five weeks when the reserves are channelled into the mesocarp. Ethylene, which was applied in this work during the final phase

The time of ethylene application in pre-harvest treatments has a marked effect on fruit growth. Ethylene adversely affected the fruit growth of Early Black Cranberries when applied before bloom, but it was completely nullified when the treatment was programmed two weeks before the harvest time (3). In figs, application of ethylene during the early part of the "slow growth" stimulated growth and maturation, whereas the same treatment given during the later part of that phase had no significant effect on size or quality (4). The element of timing ethylene treatment in coffee plantations thus appears to have a decisive effect on the yield.

#### Abstract

Pre-harvest treatment of ethylene on Robusta coffee resulted in negligible increase in the dry weight of whole fruits. But it stimulated accumulation of dry matter in the bean substantially by over 15 per cent. This enhancement is at the expense of mesocarp. It is suggested that ethylene prolongs the endosperm filling stage of coffee by diverting the reserves to the bean which would otherwise ordinarily get deposited in the mesocarp.

December 6th, 1977.

G SUDHAKARA RAO  
DEPARTMENT OF BIOLOGY  
D G VAISHNAV COLLEGE  
MADRAS-600 029 INDIA

Table 1

Changes in fresh and dry weights of control and ethylene treated whole fruits and fruit components  
(Mean of 5 replications)

Material	Control	Treated	Control	Treated
	mg fresh weight		mg oven dry weight	
Whole fruit	1389	1637*	513.60	518.27
Exocarp (fruit wall)	588	608	144.17	140.15
Mesocarp (mucilage)	252	335*	93.79	59.40*
Endocarp (parchment layer)	56	63**	45.00	52.34**
Bean	479	623*	230.64	266.38*

\*P < 0.001    \*\*P < 0.05

Rest not significant at P=0.05 level

of the endosperm-filling stage, appears to have prolonged this stage by favouring the accumulation of dry matter in bean in lieu of mesocarp. In addition to its impact on ripening, ethylene thus induced a significant increase in yield (p < 0.001) by promoting bean growth (15.49%). Enhancement of yield with ethylene has not been reported with any other plant material (1).

#### REFERENCES

1. ABELES, F. B. Ethylene in Plant Biology. Academic Press, New York and London, 1973. 302 p.
2. CANNELL, M. G. R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica*. I. Journal of Horticultural Science 46: 263-272. 1971.
3. DEVLIN, R. M. and DEMORANVILLE, I. E. Influence of 2-Chloroethylphosphonic acid on anthocyanin formation, size and yield in *Vaccinium macrocarpon* cv. Early Black. Physiologia Plantarum 23: 1139-1143. 1970.
4. KASMIRE, R. F.; RAPPAPORTI, I. and MAY, D. Effects of 2-Chloroethylphosphonic acid on ripening of cantaloupes. Journal of American Society of Horticultural Science 95: 134-137. 1970.
5. LEON, J. and FOURNIER, I. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica*. I. Turrialba 12: 65-74. 1962.
6. OYEBADE, J. Influence of preharvest sprays of ethrel on ripening and abscission of coffee berries. Turrialba 26: 86-89. 1976.
7. SUDHAKARA RAO, G.; VENKATARMANAN, D. and RAO, K. N. Changes in fruit growth and pectic content in *Coffea canephora* (Robusta) in relation to the exogenous application of ethylene. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie 85: 459-462. 1977.
8. WORMER, I. M. The growth of the coffee berry. Annals of Botany (N.S.) 28: 47-55. 1964.

## Notas y Comentarios

MATHER, KENNETH and JINKS, JOHN L. Introduction to biometrical genetics. London, Chapman and Hall, 1977. 231 p. £ 4,50 paperback.

Introduction to Biometrical Genetics, as the title implies is an introduction to the genetical analysis of continuous variation. It has been written mainly for senior undergraduate and postgraduate students, although in most cases, the former probably lack the statistical preparation to appreciate the uncluttered treatment of the essential methodology.

The sequence of presentation should prove especially useful for beginners. Additive and dominance variation is followed by genic interactions, correlated gene distributions and genotype-environmental interactions. Fundamental designs and models are discussed clearly for the cases of crosses between pure lines and their derivatives as well as for random breeding populations. Complications such as sex linkage, polyploidy and maternal effects have been wisely omitted as have been the complexities of inbreeding, selection and mutations.

The authors have tried to clarify the theoretical structure, emphasize the capabilities and limitations of analytical methodology and present a balanced appreciation of the practical application of biometrical genetics for the applied geneticist. This they have definitely accomplished. At the same time they have presented theoretical concepts and well selected real examples in such a manner as to clarify that biometrical analysis is not limited to theoretical situations with numerous assumptions or only to simple Mendelian characteristics but rather a powerful and useful tool which, when handled properly, can be of enormous practical utility.

OLIVER W. DEATON  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE  
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)  
TURRIALBA, COSTA RICA

PACEY, ARNOLD. Gardening for better nutrition. London, Intermediate Technology, 1978. 65p. £ 1,60 paperback.

Con el título que encabeza esta nota la Intermediate Technology Publications Ltd de Londres publicó recientemente un interesante folleto de 65 páginas.

Tal como lo expresa el boletín en referencia en una de sus páginas, la característica principal de las

huertas con propósitos nutricionales, contrariamente a la agricultura con fines económicos, consiste en que la selección de cultivos por plantar no se hace teniendo en cuenta su valor comercial, sino su importancia en las necesidades dietéticas de las comunidades.

Se comentan en forma amplia los distintos aspectos de la nutrición en diferentes partes del mundo. En la mayoría de los casos las gentes consumen alimentos abundantes en algunas de las sustancias esenciales para el buen funcionamiento del organismo humano, pero dejan de consumir, o consumen cantidades insuficientes de otras sustancias básicas para la buena salud, lo que trae como consecuencia que una proporción alta de los habitantes del mundo padezcan de enfermedades y trastornos que tienen como origen dietas no balanceadas. Por supuesto, en muchos lugares el problema no estriba únicamente en la calidad de los alimentos, sino también en la escasa cantidad en que se consumen.

Se hacen recomendaciones en cuanto a los cultivos que preferentemente deben plantarse en las huertas destinadas a mejorar la nutrición de las comunidades, indicando en algunos casos el valor alimenticio del producto, y se incluyen recomendaciones sobre las prácticas y técnicas que pueden utilizarse para obtener buenos resultados.

Además el folleto menciona una serie grande de organizaciones y centros distribuidos en muchos países del mundo, que trabajan por el mejoramiento y la salud y de otros aspectos del bienestar de las comunidades pobres.

EDILBERTO CAMACHO  
APARTADO 7-2090  
SAN JOSE, COSTA RICA

MALONEY, G. T. Chemicals from pulp and wood waste; production and application. Park Ridge, N. J., Noyes Data, 1978, 289p. US\$42.

Los materiales lignocelulósicos son los polímeros más abundantes de la tierra. La categoría más grande de ellos es la madera. Estos materiales son obtenibles como la biomasa original del planeta, y como residuos del uso y fabricación, o como subproductos, y como basura sólida (o desechos municipales para usar el eufemismo empleado en el libro). América del Norte, La Unión Soviética y los bosques húmedos tropicales son las regiones en las que los materiales lignocelulósicos son más abundantes.

Los materiales lignocelulósicos están constituidos por tres polímeros naturales, celulosa, lignina y hemicelulosas, en proporciones variables que dependen de la especie vegetal en la que ocurren. En la madera, ocurren en la proporción aproximada de 50 por ciento de celulosa, 25 por ciento de lignina y 25 por ciento de hemicelulosas.

La madera es una materia prima abundante con capacidad renovable, al igual que los cultivos agrícolas, y no está sujeta necesariamente a un agotamiento como lo están los yacimientos minerales y los combustibles fósiles. A pesar de que la madera y los desechos de madera son baratos y abundantes, su transformación en sustancias químicas y plásticos es mucho más compleja y costosa que la producción de esas mismas sustancias a partir de materias primas petroquímicas. Pero ahora, con los altos precios del petróleo y de otras materias primas ricas en energía tales como gas natural y el carbón, parece que pueden producirse productos químicos de desechos de madera, pobres en energía, que en un futuro cercano podrán producirse a precios competitivos, especialmente cuando pueden cogenerarse simultáneamente productos ricos en energía, tales como gas de síntesis y metanol.

Este libro está destinado a hacer atractivo el uso de pulpa y desechos de madera como una fuente de polímeros y sustancias químicas basadas en el carbono. El libro muestra lo que puede ser hecho y lo que se está haciendo, incluso el aislamiento de subproductos de los molinos de pulpa. Como gran parte de los libros de la Noyes Data Corporation, está basado principalmente en patentes inscritas en los Estados Unidos. Algo más de 200 de ellas han sido examinadas y se dan descripciones para la manufactura y uso de productos químicos derivados de la madera, en los datos para perforaciones, aditivos para cauchos, poliuretanos, tintas y tintes, y adhesivos.

Se ha usado un informe gubernamental (del Forest Products Laboratory del USDA, Madison, Wisc.) para un interesante capítulo sobre productos químicos básicos a base de desechos de madera, que tiene más detalles e información suplementaria que la que tienen las patentes, y además, una bibliografía. Los productos incluidos son metanol, etanol (partiendo de una hidrólisis ácida para transformar la celulosa en azúcar); furfural, formol, y fenoles. Este capítulo se puede leer aparte con provecho, pues contiene información útil en un lenguaje sencillo, sin las limitaciones del estilo de las patentes.

La Westvaco Corporation es la que más patentes tiene registradas sobre el tema del libro (27), siguiéndole la Georgia-Pacific Corporation (14) y el USDA (7). Pero hay también compañías suecas, canadienses, japonesas, checas y alemanas. Las personas que individualmente poseen más patentes (hasta 8 cada una), trabajan en el USDA y en la Westvaco.

ADALBERTO GORBIZ  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE  
CIENCIAS AGRICOLAS  
SAN JOSE, COSTA RICA

SCHUMACHER, M. M. ed. Enhanced oil recovery; secondary and tertiary methods. Park Ridge, N. J., Noyes Data, 1978. 207p. US\$32 net. (Chemical Technology Review N° 103 and Energy Technology Review N° 220).

El objetivo de este libro es difundir las técnicas capaces de extraer petróleo después de la producción primaria. Estos métodos se aplican a campos petrolíferos que fueron abandonados en décadas anteriores cuando había abundante oferta de energía barata. A veces sólo se recuperaba menos de un tercio del petróleo crudo, cuando se sacaba únicamente lo que se extraía con la presión original del pozo.

El concepto de la recuperación fortalecida de petróleo se aplica a una colección de métodos que están volviéndose económicos conforme la energía se hace más costosa. Después de que la pérdida de presión la hace antieconómica, la producción puede aumentarse mediante la inyección de gas no miscible y por inundación con agua. Estos métodos "secundarios" tradicionales, se están suplementando ahora con métodos "terciarios", que incluyen desplazamiento con fluidos miscibles, inundación micelar con polímeros, inyección cíclica de vapor, combustión controlada *in situ*, y otras técnicas, que incluyen métodos termales o miscibles, que reducen la tensión superficial entre el petróleo y el fluido impulsor.

Hay capítulos adicionales sobre recuperación por explosión nuclear; sobre aspectos ambientales; pruebas de campo y proyectos realizados; proyectos para recuperación de petróleos viscosos y pesados; y un capítulo final sobre el futuro de la recuperación fortalecida de petróleo.

La mayor parte de la información está tomada de estudios auspiciados por el gobierno de los Estados Unidos, no fácilmente accesibles. Otras fuentes son informes publicados en revistas especializadas de Francia y Rusia (este último sobre explosión nuclear).

NYE, P. H. y TINKER, P. B. Solute movement in the soil-root system. Oxford, Blackwell, 1977. 342p. £ 12,80 net.

En este volumen se presenta en forma clara y científicamente rigurosa el tópico complejo de movimiento de nutrimentos vegetales en suelos. Se relacionó este fenómeno con la absorción de elementos por plantas individuales y en condiciones de campo.

El volumen tiene una bibliografía sumamente amplia con más de 800 referencias y muy actualizado, que incluso considera muchos trabajos de 1976. Debido a que la literatura sobre el tema de este volumen está muy dispersa y poco accesible, esta bibliografía es sumamente valiosa tanto para los investigadores como para los que enseñan temas relacionados, al presentar en conjunto el trabajo realizado en el campo.

El primer capítulo es una introducción, que comenzando con un enfoque histórico llega a los conceptos modernos de translocación de sustancias disueltas.

El tema del segundo capítulo es el problema ampliamente estudiado del movimiento del agua en suelos hacia las plantas. Se presenta el problema con el uso de los más modernos enfoques matemáticos usado por los físicos de suelo. Se recurre también a la técnica de representar el movimiento del agua como un circuito eléctrico para que el flujo de la electricidad sea análogo al flujo de agua. El capítulo se concluye con una sección sobre el movimiento del agua en raíces.

En el tercer capítulo se presenta una discusión del intercambio del material disuelto entre las fases sólidas, líquidas y gaseosas del suelo. Se discuten el intercambio catiónico y los efectos de los intercambiadores y de los iones de cambio sobre los procesos que ocurren. En una sección especial se estudiaron los diferentes aspectos de adsorción de aniones y en otra, los cationes.

Se dedica también una sección al tema poco estudiado de los solutos orgánicos en las soluciones del suelo y los equilibrios solución-fase gaseosa y sólida-líquida de éstos.

El cuarto capítulo se dedica al estudio del movimiento de sustancias disueltas en suelos. El enfoque aquí se refiere a los movimientos a corta distancia de una masa de suelo a otra adyacente. Los procesos de difusión en suelos reciben atención y se les presenta con un enfoque físico-químico. Se estudia también la importancia de flujo de masas y de la dispersión.

Las propiedades del sistema radicular, en lo que se refiere a absorción de soluciones, son el tema del quinto capítulo del volumen. Para esto se discute primero la morfología de raíces y luego los mecanismos de absorción de iones. Se da atención a la cinética de absorción de iones y la influencia de las condiciones en los alrededores de raíces como factores influyentes sobre la absorción. El capítulo se concluye con un análisis de los factores que afectan el poder absorbente de raíces.

En el sexto capítulo se estudia el transporte de sustancias disueltas en el suelo en general hacia una raíz. Para simplificar la situación se considera una sola raíz y una cantidad ilimitada de suelo. Se enfoca primeramente el problema como uno de flujo de masa y posteriormente como de difusión. Se estudian luego las modificaciones que causan las raíces en sus vecindades inmediatas es decir en su rizosfera. El material en este capítulo, el más largo del volumen, es muy amplio y permite unir conceptos de fisiología vegetal, de suelos y agronomía en un conjunto armonioso muy útil.

El tema del séptimo capítulo, que es el segundo más amplio del volumen, se enfoca hacia la nutrición de una planta en el suelo. De manera científica y didáctica se procede de lo más sencillo a lo más complicado con el avance dentro del texto. En este capítulo se presenta un enfoque sintético de varios aspectos parciales considerados en las partes previas. Se inicia el capítulo con un estudio de los sistemas de raíces y de los factores que lo afectan en suelos. Se procede luego a analizar la relación entre absorción

de nutrimentos y crecimiento. Se estudia posteriormente la competencia entre raíces de un mismo sistema. Se concluye el capítulo con un análisis de modelos de plantas íntegras como extractores de nutrimentos.

En el octavo capítulo se llega a considerar el movimiento y absorción de sustancias disueltas en condiciones de campo. Primeramente se analiza el crecimiento y distribución de raíces en condiciones de campo y los factores principales que influyen sobre ellas. Luego se estudia el transporte y absorción de agua por los cultivos. En otras secciones se analiza el movimiento de sales en general y de los diferentes nutrimentos individualmente. Se estudia también la competencia entre plantas. En el último subcapítulo se analizan los aspectos básicos de la absorción de nutrimentos por grupos de plantas.

En general, este libro es de buen nivel y su comprensión completa requiere no solamente conocimientos de suelos y fisiología vegetal sino, también, de cálculo y principios de físico-química. Sin embargo, con este enfoque se llega a generalizaciones que permiten presentar conexiones difícilmente detectables de otra manera e incluso áreas donde se requiere investigación adicional.

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SAN JOSE, COSTA RICA

DELP, PETER; THESEN, A., MOTIWALLA, J., and SESHADRI, N. Systems tools for project planning. New York, PASITAM, Program of Advanced Studies in Institution Building and Technical Assistance Methodology, 1977. 274 p.

This book presents a range of analytical tools for implementing a systems approach in the important area of planning.

The tools are classified into nine functional categories as follows. Tools for: 1. Generating Ideas, 2. for Assessing Qualitative Factors, 3. for Defining Objectives, 4. for Describing Complex Relationships, 5. for Analyzing Complex Processes, 6. for Accounting for Alternative Outcomes, 7. for Forecast and Prediction, 8. for Analyzing Projects and 9. For Planning, Controlling and Evaluating Projects.

The tools and techniques presented in the book are those currently used at the present time in defining problems and shaping solutions applied to the field of economic and social development.

The presentation of each tool follows the same pattern; it begins stating which other tools are pre-requisites, then describes the usage, the required resources, the description of tool, the method of use the theory and finally presents a bibliography which enables the reader to pursue topics of his own special interest.

A good number of tools presented in this book have been extensively and intensively developed and as a consequence are subjects of more than one book.



This work does not cover all those developments; nevertheless it is a valuable introduction and overview for the purpose of studying and using them

The usefulness of this work resides: 1) in the presentation in one book of 43 tools that up to now could be found only scattered in almost as many different books, 2) in the clarity of exposition which makes it easily understandable and facilitates intelligent judgements about its use, 3) in the relation that shows between tools in a systems approach to planning

Evaluation receives little attention in the book; only one tool, Logical Framework, is presented. Evaluation is an important area for which, admittedly few tools have been developed; however it would had helped to have in this book all the tools available for evaluation purposes

ENRIQUE VIGUES  
INSTITUTO INTERAMERICANO  
DE CIENCIAS AGRICOLAS  
SAN JOSE, COSTA RICA

DAVIDSON, JOAN and LLOYD, RICHARD. eds.  
Conservation and agriculture. Chichester, England,  
Wiley, 1977. 253p £ 12 00

The title of this book "Conservation and Agriculture" might suggest a general or global discussion of the subject but the text is not so. The book discusses reconciling the objectives of conservation and agriculture in Britain and indeed, for the most part, only the intensive agriculture of lowland, southern England. About one tenth of the text discusses the hill and upland grazings of the north and west of Britain but which occupy about a third of total land surface. Other very brief sections discuss the reconciliation achieved in some western European countries.

After an introduction by the distinguished farmer Hew Watt, the text is divided into two parts: I "Environmental Implications of Agriculture" and, II "The Means of Conservation". Each part comprises a group of essays by well qualified authors, supported by a few well-chosen photographs and a reference list. In Part I we have: "Agricultural Change", Lloyd and G. P. Wibberley; "Arable Land", N. W. Moore; "Hedgerows and Small Woodlands", M. D. Hooper; "Wetlands", C. Newbolt; "Lowland Grasslands", D. I. Brotherton; "Hill & Pland Pasture", J. King and "Landscape & Agricultural Change" by P. L. Leonard and C. Stoakes. Part II includes: "Voluntary Action in Conservation", C. Keenleyside; "Incentives in Conservation" and "Statutory Controls in Conservation", both by Lloyd; "New Farming Enterprises" by M. A. Boddington and C. J. Bull and, lastly, "Prospects for Action" by Joan Davidson. A comprehensive index completes the text.

The editing of a collection of technical essays, such as the one comprising this book, presents considerable

difficulties. Too rigid an initial framework submitted to intending authors will lead to repetition and monotony; too little may result in contributions so diverse that they cannot be edited into a purposeful book. To this reviewer the editors seem to have failed. Thus the early parts of the first seven chapters have a rather dreary similarity; a reference to bronze age or roman agriculture in Britain, to the ancient open field systems, to the effects of the enclosure acts in the time of George III, to the agricultural practices and resulting landscape of about 100 years ago and to the changes brought about by the two World Wars. The historical summary is followed by a few paragraphs summarising the 'reverted' ecology of the vegetation type being discussed, ploughland, pasture woodland, etc. and this is followed by a longer section on how changing agricultural practice (since ca 1960) is upsetting the "ordained" State of the countryside. Only when we have passed this obstacle course, which some authors traverse much more skillfully than others, do we begin to read their various opinions. Similarly in part II, all the authors except Boddington and Bull seem to be chained to fiscal incentives or government regulations as possible means of stimulating conservation practices. As a whole, the book tells us how and why changes are occurring, that from some points of view they are deplorable, that neither voluntary action by farmers, government regulations, nor fiscal incentives (on scales that the government is willing to pay) will arrest the changes and that the only hope is for a change in public opinion. This is a depressing conclusion, for far off is the day when the British public may come to value diversity of fauna and flora, or a beautiful landscape, more than food!

It seems more realistic to accept change as inevitable and necessary and, from this point of view, the sections by King and by Boddington and Bull are the most interesting. Thus King shows how quite small changes in the management of upland grazings may, not only increase yields of mutton and wool, but also increase the diversity of species occurring on the pasture, which is desirable from the conservation standpoint. Boddington and Bull make suggestions for diversifying agricultural activities thus encouraging variety in the landscape and slowing the trend to great expanses of cereal monocultures which are deplored by naturalists and landscape lovers alike.

This book may appeal to people who work in British Country planning organizations, whose background training is other than farming, forestry or ecology, and who require a much condensed historical and ecological explanation of the landscape with which they have to work. Because of its concentration on the English lowlands, only a few readers of *Turrialba* will wish to buy the book.

W. G. DYSON  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)  
TURRIALBA, COSTA RICA

ARMSON, K. A. *Forest soils: properties and processes*  
University of Toronto Press, 1977 390 p \$22.50

El libro es un reflejo de su título, incluye 10 capítulos que pueden considerarse como una edafología aplicada y otros 6 relacionados con la interacción bosque (o alguna de sus partes) medio ambiente.

En los primeros capítulos se discuten las características del suelo tales como textura, color, hidrología, materia orgánica, organismos, nutrimentos y clasificación, con buen detalle. Se incluyen suficientes y buenos ejemplos de cómo estas propiedades afectan el crecimiento de los bosques, en especial de zonas templadas. La mayoría de los conceptos se explican con sobriedad y el detalle es más que apropiado para cursos de pregrado.

Los restantes seis capítulos incluyen la relación raíz-suelo, quemas y suelos, el ciclo hidrológico, el ciclo de los nutrimentos, la formación de suelos forestales y la relación entre el suelo y los cambios en la topografía. La mayoría de los capítulos incluyen buenas referencias en relación a la metodología de estudio en cada línea de investigación. En ellas no se incluye sino la literatura clásica de regiones tropicales, ignorándose la mayoría de las últimas publicaciones relacionadas con los temas.

El Dr. Armson proporciona un texto útil para cursos universitarios de pregrado, con un agradable sentido educativo que refleja su amplia experiencia como maestro. El libro constituye una obra de referencia importante tanto para agrónomos como para ingenieros forestales.

ALFREDO ALVARADO  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SAN JOSE, COSTA RICA

TODARO, MICHAEL P. *Economic development in the Third World; an introduction to problems and policies in a global perspective*. New York, Longman, 1977 445p

Este texto tiene gran importancia para los estudios del desarrollo económico y de las características de los países que se involucran dentro de las fronteras del llamado "Tercer Mundo".

Es interesante el planteamiento que presenta en relación con la economía del desarrollo, al afirmar que es una importante extensión de la economía tradicional y de la política económica y que por lo tanto debe tener estrecho contacto con la formulación de apropiadas políticas por parte del sector público dirigidas a provocar las transformaciones económicas, institucionales y sociales de todas las sociedades "en el menor tiempo posible". Esto indica que además de los interrogantes tradicionales del qué, cómo y cuándo producir, y otros que presenta la economía clásica, a nivel nacional debe incluirse la consideración básica de los grupos que toman las decisiones económicas

trascendentales y a quienes fluye el beneficio de ellas, aspecto de ineludible consideración al estudiar los países menos desarrollados.

Incluye también los más importantes elementos que, en concepto del autor, caracterizan a las economías del tercer mundo, los cuales ilustra con estadísticas de países de África, Asia y América Latina, llegando a la conclusión de que el fenómeno del subdesarrollo debe ser enfocado tanto en un contexto nacional como internacional, puesto que las fuerzas económicas y sociales, tanto internas como externas, son responsables de la pobreza, la desigualdad y los bajos índices de productividad que caracterizan a la mayoría de las naciones tercermundistas. Aclara también que muchos de estos países son también considerados como del "Cuarto Mundo" al subrayar sus condiciones extremas de pobreza y su necesidad apremiante internacional.

Hace énfasis en la necesidad de llegar a definir exactamente el término "desarrollo" para lo cual discurre por los modelos de Rostow y Harrod-Domar, pasando luego por los modelos de dependencia, por el concepto de "neocolonialismo" y las teorías del dualismo, tanto a nivel internacional como doméstico, y llegando a su propia conceptualización sobre el término "desarrollo" basado en varios objetivos que se deben alcanzar.

Analiza posteriormente los problemas y las políticas a tenerse en cuenta a nivel doméstico, considerando las diversas variables que es necesario contemplar tanto a nivel micro como macro-económico. Estudia, por ejemplo, las condiciones de distribución del ingreso, el debate sobre el crecimiento de la población, las derivaciones del desempleo y de la migración rural-urbana, la transformación agrícola y el desarrollo rural, la educación y el desarrollo. Algo similar realiza con los problemas y las políticas a nivel internacional al analizar elementos tales como la teoría del intercambio, las balanzas de pagos y las políticas comerciales, la inversión foránea y las controversias que sobre el particular se presentan.

Finalmente, el texto incluye una sección sobre las diversas posibilidades que se presentan en la teoría y la práctica de la planificación del desarrollo que pueden ser de interés a quienes interesa el análisis detallado de esta materia.

El libro en general es de utilidad para aquellos cursos universitarios que se dirijan al análisis de la economía del desarrollo de África, Asia y América Latina pudiendo servir como texto de referencia. Sin embargo, al ir al caso particular de América Latina debe procurarse contemplar el análisis con otra literatura de carácter más específico, que contribuya a presentar otros aspectos trascendentales que influyen en su inclusión dentro del área del sub-desarrollo por las particulares condiciones históricas, económicas, físicas, sociales y políticas que han causado esta innegable situación en la región.

HECTOR H. MURCIA  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE  
CIENCIAS AGRICOLAS  
SAN JOSE, COSTA RICA